COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Réponse à la Note additionnelle de M.* Houzeau; par M. Lœwy.

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Houzeau se borne à dire que mes critiques reposent sur une erreur matérielle, qu'il ne fait d'ailleurs nullement connaître; je laisse donc de côté une affirmation qui n'a pas de base réelle.

» M. Houzeau prétend ensuite que la disposition proposée par lui en 1871 revient à celle d'un sextant à ouverture fixe. C'est précisément en établissant cette assimilation que M. Houzeau se trompe de la manière la plus complète et la plus absolue. Le principe du sextant, comme on le sait, est basé sur la combinaison de deux miroirs, et, en vertu des conditions optiques connues, il possède une supériorité incontestable sur l'appareil de M. Houzeau, qui n'est muni que d'un seul miroir. Dans ce der-

nier cas, en effet, ayant établi la coïncidence entre les deux images et en donnant à l'instrument un mouvement tournant dans le plan de réflexion, les deux images fuient dans des sens opposés, tandis que dans le sextant leur distance reste invariable; de plus, chaque mouvement de l'axe optique fait naître des déplacements différents entre les deux images. Pour bien mettre en évidence l'incertitude du procédé de M. Houzeau, faisons-en l'application suivante.

» Admettons que l'effet physique que l'on désire déterminer ne modifie que la distance, et que, par suite, l'arc séparant les deux astres varie, dans l'intervalle de six mois, de 2', par exemple. Ayant établi la coïncidence des deux images au moment initial, on constatera, après six mois, une différence de 2' entre les deux lectures conjuguées, si l'instrument est rigoureusement resté dans la même orientation. Mais, si, par un défaut inévitable de calage, l'axe optique se trouve par hasard déplacé, dans le sens voulu, de 1' (moitié de la différence), on verra à la seconde époque se produire *au même endroit du champ* une nouvelle coïncidence : la comparaison des deux mesures donnera donc 0' au lieu de 2'.

» Dans la pratique, la compensation indiquée ne sera jamais absolument complète, mais les deux effets se combineront toujours d'une manière quelconque. La disposition de M. Houzeau provoque dès lors des erreurs notables qui n'ont pas lieu dans l'emploi du sextant et conduit forcément à des résultats inacceptables. Dans ce cas, il n'existe aucune liaison *directe et fixe* entre les deux images. Si donc on établit la coïncidence une première fois et qu'on se trouve ultérieurement en présence d'un écart quelconque, on ne saura jamais la part qu'il faut attribuer au phénomène céleste et celle qui incombe aux mouvements rotatoires de l'appareil. En résumé, les mesures ainsi effectuées accuseront toujours des discordances considérables, ayant pour origine la position différente de la lunette et le déplacement relatif du miroir par rapport à l'axe optique.

» Toutes les objections formulées par moi dans une précédente Note reposent sur la réalité des faits; je crois superflu de fournir de plus amples explications. »

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des surfaces minima.* Note de M. GASTON DARBOUX.

« Dans une Communication insérée au tome CII des *Comptes rendus* (premier semestre 1886), j'ai montré comment on peut déterminer toutes

les surfaces minima algébriques inscrites dans une développable algébrique. Aux deux solutions différentes de ce problème que j'ai données successivement, on peut en ajouter une autre qui mérite d'être développée, parce qu'elle repose sur une génération nouvelle des surfaces minima, obtenue dans un important Mémoire de M. Ribaucour [1].

» Nous rappellerons d'abord la méthode par laquelle M. Lie engendre la surface minima la plus générale au moyen de deux courbes minima (Γ), (Γ_1) [2]. Si M et M_1 sont deux points quelconques, appartenant respectivement aux deux courbes, le milieu μ du segment MM_1 décrit la surface minima, et le plan tangent en μ à cette surface est parallèle aux deux droites MT, M_1T_1, tangentes respectivement en M et en M_1 aux deux courbes (Γ), (Γ_1). Soit (P) le plan osculateur en M à (Γ); nous désignerons par (Σ) la développable qu'il enveloppe et dont (Γ) est l'arête de rebroussement; nous désignerons de même par (P_1) le plan osculateur en M_1 à (Γ_1), et par (Σ_1) la développable dont l'arête de rebroussement est (Γ_1). Les deux plans (P), (P_1) se coupent suivant une droite qui touche les développables respectivement en α et en α_1; je vais d'abord prouver que cette droite $\alpha\alpha_1$ est perpendiculaire au plan tangent en μ à la surface minima.

» Il suffit, pour le reconnaître, de se rappeler la propriété caractéristique des plans tangents au cercle de l'infini : toute droite perpendiculaire à un tel plan lui est aussi parallèle et va passer par le point de contact du plan avec le cercle de l'infini. Il résulte de là que la tangente MT située dans le plan (P) lui sera perpendiculaire et sera, par suite, perpendiculaire à la droite $\alpha\alpha_1$ située dans ce plan. Pour la même raison $\alpha\alpha_1$ sera perpendiculaire à M_1T_1; elle sera donc perpendiculaire au plan tangent en μ, qui est parallèle à la fois à MT et à M_1T_1.

» Ce point étant établi, nous remarquerons, de plus, que le même plan tangent à la surface minima en μ, qui est parallèle aux deux droites MT,

---

[1] Ribaucour, *Étude des élassoïdes ou surfaces à courbure moyenne nulle.* Mémoire couronné par l'Académie de Belgique dans la séance publique du 16 décembre 1880 (*Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers publiés par l'Académie royale de Belgique,* t. XLIV; 1881).

[2] M. Lie a donné le nom de *courbes minima* à toutes celles dont l'arc est nul, c'est-à-dire qui satisfont à l'équation différentielle

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = 0.$$

M_1T_1, est aussi à des distances égales de ces droites; il passera donc nécessairement par le milieu β du segment de droite $\alpha\alpha_1$.

» En réunissant tous ces résultats, on obtient évidemment le mode de génération suivant des surfaces minima, qui a été donné par M. Ribaucour :

» *Si l'on considère deux développables* (Σ), (Σ_1) *circonscrites l'une et l'autre au cercle de l'infini, la surface minima la plus générale est l'enveloppe des plans perpendiculaires à toutes les tangentes communes de ces développables, ces plans étant menés à égale distance des deux points de contact de ces tangentes communes.*

» Cette définition est moins simple et moins complète que celle de M. Lie, qui détermine à la fois le point et le plan tangents de la surface minima; mais elle offre l'avantage de ne faire intervenir que les plans tangents et elle associe à la surface minima, lieu du point μ, la surface lieu du point β, à laquelle M. Ribaucour a donné le nom de *surface moyenne* et dont il a fait connaître un grand nombre de propriétés remarquables.

» Les droites $\alpha\alpha_1$ dépendent évidemment de deux paramètres, et elles engendrent un système de rayons rectilignes ou *une congruence* suivant les définitions nouvelles de Plücker. Comme elles sont tangentes à la fois aux deux développables (Δ), (Δ_1), il est clair que toutes les surfaces réglées formées de ces droites qui contiendront, par exemple, l'une d'elles $\alpha\alpha_1$ seront tangentes les unes aux autres aux points α et α_1. Les plans tangents communs en ces deux points, étant ceux des développables (Δ), (Δ_1), sont, par cela même, tangents au cercle de l'infini. Or il est aisé d'établir, soit par l'Analyse, soit par la Géométrie, la proposition suivante :

» *Étant donnée une surface réglée, si, par une de ses génératrices, on mène les deux plans tangents au cercle de l'infini, le segment formé par les deux points de contact de ces plans a pour milieu le point central de la génératrice; de plus, il est égal au paramètre de distribution multiplié par* $2i$ (¹).

(¹) Si l'on prend, en effet, la droite pour axe des z, le plan central pour plan des xz, et si l'on place l'origine des coordonnées au point central, la surface réglée a, en tous les points de la droite, les mêmes plans tangents que le paraboloïde défini par l'équation

$$z = \alpha \frac{y}{x},$$

» Il suit de là que *la surface moyenne est le lieu des lignes de striction de toutes les surfaces réglées formées avec des droites de la congruence, et que le paramètre de distribution est le même pour toutes celles de ces surfaces qui contiennent une même droite de la congruence*. M. Ribaucour, à qui sont dus ces résultats, les a obtenus par des méthodes qui en font moins bien connaître la véritable origine.

» La génération précédente conduit à une solution très simple du problème que nous avons à résoudre. En effet, si l'on considère une développable (Δ) circonscrite à une surface minima, les droites $\alpha\alpha_1$ perpendiculaires aux divers plans tangents de (Δ) formeront une surface réglée dont la ligne de striction devra être décrite par le point de la droite $\alpha\alpha_1$ qui se trouve dans le plan tangent correspondant de (Δ). Nous sommes ainsi conduits à la proposition suivante :

» *Pour obtenir toutes les surfaces minima inscrites dans une développable* (Δ), *on déterminera toutes les surfaces réglées dont les génératrices sont normales aux plans de* (Δ) *et pour lesquelles le point central de chaque génératrice se trouve dans le plan correspondant de* (Δ). *Les arêtes de rebroussement des deux développables circonscrites à chaque surface réglée et au cercle de l'infini seront les deux courbes minima* (Γ), (Γ_1), *au moyen desquelles on peut engendrer la surface minima correspondante.*

» Pour déterminer les surfaces réglées satisfaisant aux conditions que nous venons d'énoncer, reprenons les méthodes employées dans notre première Communication et rapportons les points de l'espace au trièdre mobile (T) formé par la tangente, la normale principale et la binormale en un point M de l'arête de rebroussement (R) de (Δ).

» La droite qui engendre la surface réglée cherchée aura pour équations, relativement à ce trièdre,

$$x = x_1, \qquad y = y_1;$$

---

où α est le paramètre de distribution. Pour un plan tangent au cercle de l'infini, on doit avoir

$$\frac{y}{x} = \pm i.$$

On obtient donc pour z les deux valeurs

$$+\alpha i, \quad -\alpha i,$$

d'où résulte immédiatement le théorème.

et le déplacement d'un de ses points (x_1, y_1, z_1), dans un mouvement infiniment petit du trièdre (T), aura pour composantes

$$dx_1 + ds - \frac{y_1\,ds}{\rho}, \quad dy_1 + \frac{x_1\,ds}{\rho} + \frac{z_1\,ds}{\tau}, \quad dz_1 - \frac{y_1\,ds}{\tau}.$$

» Le plan tangent en ce point à la surface réglée aura donc pour équation

$$\frac{x - x_1}{y - y_1} = \frac{dx_1 + ds - \frac{y_1\,ds}{\rho}}{dy_1 + \frac{x_1\,ds}{\rho} + \frac{z_1\,ds}{\tau}}.$$

» Quand z_1 varie, on obtient les plans tangents aux différents points de la droite; en particulier, pour $z_1 = \infty$, on trouve le plan

$$x = x_1.$$

» Le plan central, devant être perpendiculaire au précédent, correspondra à la valeur de z_1 donnée par l'équation

$$dy_1 + \frac{x_1\,ds}{\rho} + \frac{z_1\,ds}{\tau} = 0.$$

» Pour que ce point central soit dans le plan des xy, il faudra que la valeur de z_1 déterminée par cette équation soit nulle, ce qui donnera l'équation

(1) $$x_1 = -\rho\frac{dy_1}{ds}.$$

» Cette formule si simple résout complètement le problème proposé : on choisira arbitrairement y_1, et elle donnera x_1. Si y_1 est une fonction algébrique, il en sera de même de x_1; et la surface minima correspondante sera algébrique.

» Si l'on fait, en particulier, $x_1 = y_1 = 0$, on retrouve la solution particulière donnée dans notre première Communication. Plus généralement, on pourrait prendre $x_1 = 0$, $y_1 = k$, k désignant une constante quelconque, ce qui donnerait une solution particulière un peu plus générale que la précédente. Mais il est préférable de résoudre l'équation (1) par de simples constructions géométriques.

» Pour cela, nous construirons d'une manière quelconque une surface réglée (K') dont les génératrices soient perpendiculaires aux plans tan-

gents de (Δ), et nous mènerons le plan perpendiculaire à chacune des génératrices de (K'), en son point central. Les différents plans ainsi obtenus envelopperont une développable (Δ') pour laquelle on aura évidemment une solution du problème proposé, solution fournie par la surface réglée (K'). Comme les angles de contingence et de torsion sont les mêmes pour les arêtes de rebroussement de (Δ) et de (Δ'), la solution fournie par (K'), relativement à (Δ'), fera connaître les fonctions les plus générales x_1, y_1 vérifiant l'équation (1). Il suffira donc, pour avoir la solution générale de notre problème, de construire la surface (K) dont chaque génératrice a, par rapport au trièdre (T), relatif à un point de l'arête de rebroussement de (Δ), la même position que la génératrice correspondante de (K') par rapport au trièdre (T') dont les arêtes sont parallèles à celles de (T) et qui est relatif au point correspondant de l'arête de rebroussement de (Δ'). En d'autres termes, pour avoir la droite de (K), il faudra imprimer à la droite de (K') la translation qui amènerait le trièdre (T') en coïncidence avec le trièdre (T). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur la Note de M.* Colladon (7 mars); par M. **H. Faye.**

« Lorsque deux théories rivales ont été longtemps en présence, leur conflit finit par faire naître quelque moyen terme : on sacrifie une partie de l'ancienne théorie pour faire une petite place à la nouvelle. C'est un signe que la nouvelle commence à faire impression sur les esprits.

» Voilà ce qui se produit aujourd'hui sous la plume de M. Colladon. L'Académie se rappelle peut-être que sur certains points les idées de notre illustre et vénéré Collègue se rapprochaient beaucoup des miennes. Aujourd'hui il fait un pas de plus et veut introduire dans la Météorologie une idée nouvelle qui s'appliquerait à l'ensemble des phénomènes dus aux mouvements giratoires de notre atmosphère. Voici, en deux mots, l'état de la question et l'énoncé de cette idée que M. Colladon appuie sur les récentes expériences de M. Weyher.

» 1° Pour la majorité des météorologistes actuels, les cyclones, typhons, trombes et tornados sont des mouvements giratoires qui montent verticalement du sol jusqu'aux régions très élevées de l'air, celles où se meuvent les cirrus.

» 2° Dans ma théorie, ces mouvements giratoires descendent au contraire des hautes régions.

» 3° M. Colladon propose de considérer tout mouvement giratoire à axe vertical comme une sorte de machine à double effet aspirant à la fois en haut et en bas. De la sorte, le mouvement cyclonique serait ascendant en bas comme dans la théorie météorologique, et descendant en haut comme dans la mienne. Sans insister ici sur ce que cette conception aurait grand besoin d'être contrôlée par quelque expérience, je ferai remarquer que les théories n'ont de sens que si l'on y tient compte des grands faits de la nature. Ce dont il faut tenir compte ici, ce sont les lois des tempêtes consistant en ce que, sur chaque hémisphère, les cyclones tournent dans un sens déterminé, toujours le même, et marchent en décrivant des trajectoires curvilignes dont la forme et le sens sont également déterminés.

» Dans la première théorie, les météorologistes ont oublié la translation. Quant au sens de la giration née dans les couches inférieures, ils le rattachent, avec raison, au sens de la rotation terrestre, mais d'une manière beaucoup trop directe et tout à fait erronée à mon gré.

» La mienne tient compte en même temps des deux mouvements de giration et de translation des cyclones. Ce sont ces deux mouvements qui me l'ont suggérée.

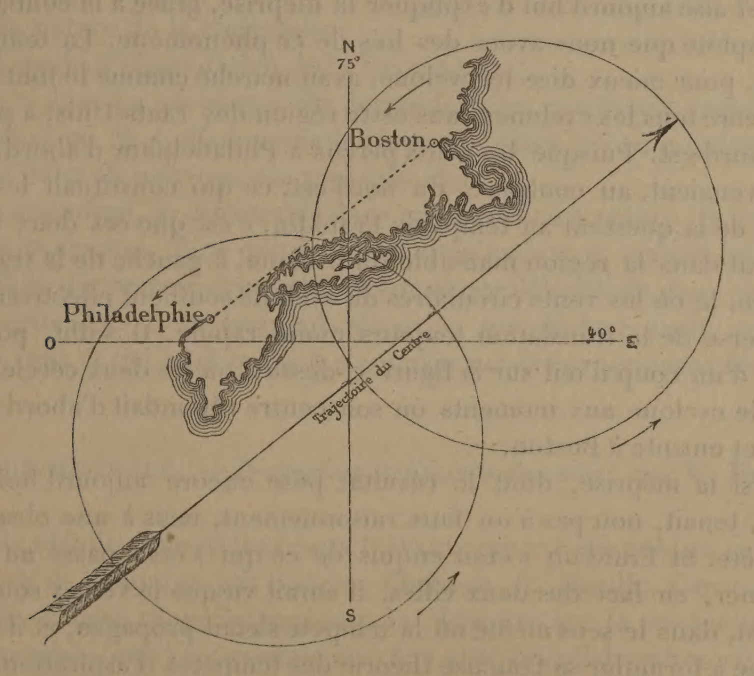
» La troisième, celle de M. Colladon, me semble avoir été conçue sans que son savant auteur se soit préoccupé ni du sens des girations, ni de la translation. Il faut pourtant expliquer avant tout ces deux grands phénomènes qui consistent non seulement en ce que les tempêtes tourbillonnent autour d'un axe vertical, mais aussi qu'elles tourbillonnent dans le sens direct sur l'hémisphère boréal et dans le sens rétrograde sur l'autre hémisphère. Il n'est pas moins essentiel de dire pourquoi elles se meuvent et pourquoi leurs trajectoires sont d'immenses paraboles symétriques de chaque côté de l'équateur. Enfin, toute théorie doit rendre compte de ce fait frappant que les forces énormes qui sont en jeu dans un cyclone doivent être alimentées dans sa longue course par-dessus les continents et les mers de manière à le faire durer des semaines entières et à dépenser sur le sol un travail gigantesque.

» En fait de théorie, il est dangereux de négliger les faits capitaux qui, au fond, constituent l'essence du phénomène; alors le jugement n'est plus guidé et risque d'aboutir aux plus fausses conséquences.

» Pour me couvrir vis-à-vis de M. Colladon, je lui citerai le cas d'un

physicien non moins illustre, de Franklin raisonnant, très correctement d'ailleurs, sur un phénomène dont il ne connaissait qu'un caractère fort incomplet ([1]).

» Franklin, à Philadelphie, se proposait d'observer une éclipse de Lune qui devait arriver un certain vendredi à 9^h. Un ouragan soufflant du nord-est survint et empêcha l'observation. Cependant les journaux apprirent à Franklin qu'à Boston, où ce même ouragan du nord-est avait causé des désastres, on avait eu le temps d'observer l'éclipse dans tous ses détails. La tempête avait donc commencé à Boston plus tard qu'à Philadelphie, et comme cette dernière ville est juste au nord-est de Boston, force était de conclure que l'ouragan s'était propagé en sens inverse de celui où le



vent soufflait. D'autres renseignements ayant confirmé ce fait alors bien étrange, Franklin trouva qu'il ne pouvait y avoir qu'une seule manière de l'interpréter. C'était d'admettre que la tempête était due à une raréfaction exceptionnelle de l'air sur le golfe du Mexique occasionnée par l'excessive

([1]) Je dois à M. J. Luvini la connaissance du passage suivant des *Œuvres de Franklin*. Voir les *Sept études* du professeur J. Luvini, de Turin (en français et en italien, chez M. Gauthier-Villars).

température qui règne parfois dans ces parages. Dès lors l'appel de l'air avait dû se faire successivement, suivant les distances, et comme Boston est plus éloigné de ce centre de raréfaction que Philadelphie, juste sur le même rayon, il était tout naturel que la tempête s'y fût prononcée plus tard et eût laissé aux astronomes de Boston le temps d'observer l'éclipse, alors qu'elle était déjà devenue impossible pour Franklin. Cette explication si naturelle fut admise universellement; bientôt on la généralisa beaucoup plus que ne l'avait fait Franklin lui-même, et, quoiqu'on sache fort bien aujourd'hui que les tempêtes ne se propagent pas comme cela, on continue à rapporter les tempêtes, les tornados et les trombes à un phénomène d'aspiration.

» Il est aisé aujourd'hui d'expliquer la méprise, grâce à la connaissance plus complète que nous avons des lois de ce phénomène. La tempête en question, pour mieux dire le cyclone, avait marché comme le font aujourd'hui encore tous les cyclones dans cette région des États-Unis, à peu près *vers* le nord-est. Puisque les vents perçus à Philadelphie d'abord, puis à Boston venaient, au contraire, du nord-est, ce qui constituait les seules données de la question au temps de Franklin, c'est que ces deux villes se trouvaient dans la région maniable du cyclone, à gauche de la trajectoire du centre, là où les vents circulaires du cyclone soufflent effectivement en sens inverse de la translation toujours moins rapide. Il suffit, pour s'en assurer, d'un coup d'œil sur la figure ci-dessus, où les deux cercles représentent le cyclone aux moments où son centre répondait d'abord à Philadelphie et ensuite à Boston.

» Ainsi la méprise, dont le résultat pèse encore aujourd'hui sur la Science, tenait, non pas à un faux raisonnement, mais à une observation incomplète. Si Franklin s'était enquis de ce qui s'était passé au loin en pleine mer, en face des deux villes, il aurait vu que le vent y soufflait du sud-ouest, dans le sens même où la tempête s'était propagée, et il n'aurait pas songé à formuler sa fameuse théorie des tempêtes d'aspiration.

» Il me semble donc que M. Colladon, en nous proposant son fuseau tournant à axe vertical et aspirant par les deux bouts à la fois l'air inférieur et l'air supérieur, aurait dû tenir compte des autres caractères du phénomène qu'il voulait expliquer; il aurait dû avant tout s'assurer que sur notre hémisphère son fuseau tournerait nécessairement dans le sens de la rotation terrestre, qu'il voyagerait à grande vitesse par-dessus les continents et les mers, par exemple des États-Unis en Europe, et jamais dans le sens inverse, enfin qu'il serait alimenté pendant ce long trajet, de ma-

nière à durer des semaines entières tout en exerçant sur le sol une action mécanique prodigieuse. Or voici tout ce qu'il dit à ce sujet :

« Il peut suffire de la rencontre de deux courants opposés, à quelques kilomètres au-dessus du sol, pour produire un fort tourbillonnement à cette hauteur; ce mouvement devra se communiquer de proche en proche au-dessus et au-dessous. »

» Ne serait-ce pas le cas d'agir ici comme fait la Chambre avec une Commission présentant un projet de loi incomplet; elle prononce le renvoi de ce projet à la Commission pour être remanié et complété. J'oserai donc prier notre illustre Confrère de revoir sa théorie pour montrer qu'elle n'est pas absolument étrangère :

» Au sens de la giration;

» A la nature de la trajectoire;

» Au mode d'alimentation de la force en jeu.

» Et, si j'ose lui adresser cette demande, c'est que je suis persuadé que, du moment où M. Colladon voudra bien examiner ces trois points, il sera amené à faire un nouveau pas vers mes idées.

» En attendant, je discuterai, dans une prochaine séance, la notion des trombes aspirantes. Bien que je l'aie traitée mainte et mainte fois, je suis bien obligé d'y revenir avec cette circonstance délicate de plus, que j'aurai affaire cette fois à un éminent physicien qui déclare avoir vu de ses propres yeux et qui croit pouvoir s'appuyer sur des expériences décisives. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Production artificielle du rubis;* par M. **Fremy.**

« L'Académie connaît les beaux travaux qui ont été publiés sur la cristallisation de l'alumine par Gaudin, Ebelmen, H. Deville, Caron, M. Debray, etc. Elle se rappelle peut-être le Mémoire sur la production artificielle du rubis, que j'ai présenté en 1877 avec la collaboration de M. Feil.

» En rappelant ici le nom du collaborateur que j'ai eu le malheur de perdre, l'Académie me permettra de dire que M. Feil était non seulement un fabricant éminent qui a donné à l'Optique des verres incomparables, mais aussi un expérimentateur aussi habile qu'ingénieux auquel on doit plusieurs découvertes importantes qui intéressent la Minéralogie synthétique : sa mort a frappé douloureusement la Science et l'Industrie.

» Dans le Mémoire de 1877 nous avions employé deux méthodes différentes pour produire des cristaux de rubis.

» La première consiste à chauffer au rouge blanc, dans un creuset de terre, un mélange d'alumine et de minium : la coloration rose est produite par le bichromate de potasse; l'opération a été faite souvent sur 20^{kg} ou 30^{kg} de mélange et a donné plusieurs kilogrammes de rubis.

» Dans la seconde méthode, nous avons chauffé à une température élevée un mélange, à poids égaux, d'alumine et de fluorure de baryum avec des traces de bichromate de potasse.

» Les cristaux ainsi obtenus étaient remarquables par la netteté de leur forme, mais se trouvaient toujours lamelleux et ne présentaient pas assez d'épaisseur pour être livrés à la taille.

» Voulant continuer ce premier travail, qui n'était en quelque sorte qu'une ébauche, j'ai eu recours à la collaboration d'un jeune chimiste plein d'ardeur et de talent, M. Verneuil, qui est attaché depuis plusieurs années à mon laboratoire du Muséum et qui a présenté déjà à l'Académie des travaux très intéressants.

» Le Mémoire que je publie aujourd'hui est la première partie des recherches que j'ai faites en commun avec M. Verneuil. »

Action des fluorures sur l'alumine; par MM. Fremy et Verneuil.

« Dans le premier Mémoire sur la production artificielle du rubis, nous avons déjà obtenu des cristaux de rubis en chauffant au rouge blanc un mélange d'alumine, de fluorure de baryum et de bichromate de potasse. C'est cette question intéressante que nous avons voulu reprendre dans ce nouveau travail.

» Comme nos anciennes expériences avaient été faites dans des creusets de terre, nous avons dû rechercher d'abord si la silice n'exercerait pas quelque action sur la cristallisation de l'alumine, comme elle le fait dans la calcination du mélange d'alumine et d'oxyde de plomb.

» Dans ce but, de nombreuses expériences ont été faites avec des creusets de platine ou d'alumine pure : elles nous ont démontré que la silice des creusets de terre était sans influence sur la réaction.

» Ce premier point étant résolu, nous avons recherché quels étaient les fluorures qui, dans leur mélange avec l'alumine, pouvaient, par une calcination opérée au rouge blanc, produire du corindon. Ces essais nous ont appris que presque tous les fluorures déterminent, au rouge, la cristallisation de l'alumine : nos expériences ont été faites principalement sur le fluorure de baryum, le fluorure de calcium et la cryolithe.

» Nous décrirons surtout ici les phénomènes intéressants que nous avons observés dans la calcination du mélange d'alumine, de fluorure de calcium et d'une trace d'acide chromique. Toutes ces expériences ont été faites dans des creusets de platine, chauffés à la plus haute température que peut produire le fourneau à vent.

» En faisant agir sur un poids de fluorure de calcium des quantités variables d'alumine, nous avons reconnu, à notre grande surprise, qu'un fluorure tel que le fluorure de calcium exerçait sur l'alumine un pouvoir de minéralisation énorme.

» C'est ainsi que, dans des essais successifs, nous avons pu faire cristalliser toute l'alumine contenue dans un mélange formé de 1 partie de fluorure de calcium contre 12 parties d'alumine; en continuant ces expériences, nous pensons diminuer encore la proportion de fluorure sans épuiser son pouvoir minéralisateur.

» En présence d'un fait aussi remarquable, nous avions à déterminer la cause du phénomène et à rechercher quelle pouvait être l'influence qui opérait la cristallisation de l'alumine.

» Après de nombreuses tentatives infructueuses, nous avons institué une expérience qui paraît être absolument démonstrative.

» Nous avons placé au fond d'un creuset de platine du fluorure de calcium naturel, blanc et transparent, qui nous a paru d'une grande pureté. Ce fluorure a été recouvert exactement d'une lame de platine percée de trous imperceptibles : sur cette lame nous avons placé une couche épaisse d'alumine, obtenue par la calcination de l'alun ammoniacal pur; de cette façon, le fluorure de calcium et l'alumine se trouvaient séparés l'un de l'autre par une lame de platine; l'alumine avait été mélangée préalablement avec une petite quantité d'acide chromique. Le creuset de platine ainsi préparé a été calciné pendant plusieurs heures, au rouge blanc, dans un creuset de terre réfractaire brasqué avec de l'alumine.

» Nous avons trouvé, après la calcination au fond du creuset de platine, le fluorure de calcium fondu et, au-dessus de la lame de platine percée de trous, l'alumine presque complètement transformée en cristaux de rubis remarquables par la netteté de leur forme et leur coloration rose.

» *Ainsi l'alumine, sans être en contact avec le fluorure de calcium et simplement soumise aux émanations qui se dégagent du fluorure calciné à l'air, se trouve minéralisée, perd son état amorphe et se change en une masse cristallisée.*

» Il nous serait facile, je crois, de donner immédiatement la théorie de l'expérience que nous venons de faire connaître, qui s'accorde, du reste, avec les beaux travaux de H. Deville sur l'influence des gaz dans la cristallisation et les vues si justes de notre savant confrère M. Daubrée sur le pouvoir minéralisateur des fluorures.

» Mais, comme nous voulons généraliser nos observations et les étendre à plusieurs parties de la Minéralogie synthétique, nous ajournerons nos explications théoriques au moment où nous publierons la suite de ce premier travail.

» Le point capital que nous avons voulu faire ressortir ici, et qui peut expliquer le mode de production d'un certain nombre de minéraux, c'est que des corps tels que des fluorures, chauffés au contact de l'air humide, produisent des émanations qui minéralisent et font cristalliser des corps amorphes tels que l'alumine : l'acide fluorhydrique, agissant à une température très élevée, doit jouer un rôle considérable dans la réaction [1]. »

PALÉONTOLOGIE. — *Le petit* Ursus spelæus *de Gargas*. Note de M. **Albert Gaudry**.

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que nous venons de placer dans la nouvelle salle de Paléontologie du Muséum le squelette entier d'un *Ursus spelæus* remarquable par sa petite taille. Ce squelette a été monté avec des os de différents individus, recueillis dans les Oubliettes de Gargas par M. Félix Regnault et donnés par lui au Muséum.

» L'*Ursus spelæus* ordinaire est notablement plus fort que les plus grands Ours actuels, l'Ours gris (*Ursus horribilis*) et l'Ours brun de Pologne (*Ursus arctos*); au contraire, le petit *Ursus spelæus* de Gargas a des membres plus courts que l'Ours gris et l'Ours brun de Pologne. A part sa petitesse, il ressemble à l'*Ursus spelæus* ordinaire.

» Nos Ours actuels ont des formes très lourdes et épaisses. L'*Ursus spelæus* devait être un singulier animal, étant encore beaucoup plus massif

---

[1] Pour ne pas introduire de perturbation dans le commerce des pierres précieuses, je dois dire que, si les cristaux de rubis produits par notre nouvelle méthode sont de belle couleur, non lamelleux, d'une cristallisation très nette et détachée de la gangue, par conséquent plus beaux que ceux qui avaient été obtenus précédemment, nos cristaux sont encore petits, et par conséquent sans importance, jusqu'à présent, pour le commerce. (F.)

et trapu (¹). La grosseur des os est considérable, proportionnellement à leur longueur. Les pattes de devant sont fort élargies. Dans les squelettes entiers d'*Ursus spelæus* que nous possédons (grand individu de l'Herm et surtout petit individu de Gargas), les tibias sont courts comparativement à ceux de l'Ours brun; peut-être la brièveté des membres postérieurs chez l'*Ursus spelæus*, comme chez les Hyènes, était une disposition favorable pour descendre dans les cavernes où ces animaux ont vécu. Si l'on remarque qu'outre la lourdeur de son corps, l'*Ursus spelæus* avait des phalanges onguéales assez faibles, qu'il avait perdu ses petites prémolaires antérieures (¹), que ses tuberculeuses s'étaient agrandies et que leurs pointes s'étaient émoussées, on est porté à penser que son régime devait être surtout omnivore et qu'il n'a pas dû être pour nos pères un voisin bien redoutable. Il a été le moins carnivore de tous les carnivores; de même que le Mammouth du quaternaire a été le plus Éléphant des Éléphants, l'*Ursus spelæus* du quaternaire a été le plus Ours des Ours.

» La tête de notre petit Ours de Gargas a de fortes bosses frontales, comme dans l'*Ursus spelæus* ordinaire; mais elle est plus étroite. Sur $0^{m},40$ dans sa plus grande longueur jusqu'au bord incisif, elle a $0^{m},20$ de largeur y compris les arcades zygomatiques. En général, les grands Ours ont beaucoup plus de largeur; cependant une tête du grand *Ursus spelæus* de l'Herm qu'a étudiée M. Trutat, et une autre de Gargas qui a été recueillie par M. Regnault, présentent les mêmes proportions que dans notre échantillon. On peut aussi noter que le crâne de notre petit Ours est un peu moins comprimé dans la région pariétale et est muni d'une crête sagittale

(¹) Voici quelques mesures comparatives; elles n'ont pas une exactitude rigoureuse, parce que nos squelettes fossiles ont été reconstitués avec des os de différents individus :

	Grand *Ursus spelæus* de l'Herm.	Petit *Ursus spelæus* de Gargas.	*Ursus arctos* de Pologne.
Longueur de la tête sans les incisives.	0,49	0,40	0,36
» de l'humérus	0,45	0,36	0,36
» du radius	0,33	0,26	0,32
» du fémur	0,46	0,38	0,42
» du tibia	0,30	0,23	0,31

(¹) M. Trutat m'a dit qu'il avait constaté la persistance des petites prémolaires antérieures sur une vingtaine de mâchoires d'*Ursus spelæus*. Mais, comme il m'a ajouté qu'il avait étudié près de cinq mille mâchoires de cette espèce, je pense qu'on doit regarder la persistance des petites prémolaires comme un fait exceptionnel.

moins forte que dans la plupart des *Ursus spelœus*. Je ne peux attacher de l'importance à ces différences, les recherches de M. Trutat ayant montré combien sont considérables les variations des têtes de l'*Ursus spelœus*.

» Le petit *Ursus spelœus* a été contemporain du grand; il n'est pas rare à Gargas. Je l'ai trouvé à l'Herm, il y a longtemps, dans une excursion que j'ai faite sous la conduite de M. l'abbé Pouech ; le Musée de Toulouse en possède un squelette entier tiré de cette grotte; il a été monté par M. Trutat. Dans la grotte d'Aubert, près Saint-Girons, où j'ai pu assister aux fouilles de M. Félix Regnault, les os des petits *Ursus spelœus* sont plus communs qu'à l'Herm, ils le sont moins qu'à Gargas.

» En Belgique aussi on a découvert un petit *Ursus spelœus;* mais, d'après Schmerling ([1]), son crâne serait l'opposé de celui de Gargas, car il serait très large comparativement à sa longueur.

» Outre l'*Ursus spelœus*, les cavernes renferment les débris d'un Ours de forme beaucoup moins massive, qui a été appelé *Ursus priscus* et que des paléontologistes habiles ont cru pouvoir identifier avec l'Ours gris de Californie (*Ursus horribilis*). J'ai constaté que, d'après un squelette du Musée de Paris, l'Ours gris diffère plus que l'Ours brun (*Ursus arctos*) de l'*Ursus priscus;* car notre squelette d'Ours gris est plus massif que celui de l'Ours brun et son humérus se distingue par une plus forte saillie de l'épitrochlée. Les humérus et les autres os de l'*Ursus priscus*, que je connais, ne présentent pas ces caractères. L'*Ursus priscus* paraît être simplement un *Ursus arctos* de grande taille, et je pense que le mieux est de l'inscrire sous le nom d'*Ursus arctos* (race *priscus*); il serait l'ancêtre de nos Ours, tandis que l'*Ursus spelœus* serait une espèce distincte qui s'est éteinte sans laisser de postérité.

» Le squelette du petit *Ursus spelœus* de Gargas, qui vient d'être placé dans la nouvelle galerie de Paléontologie, tire en partie son intérêt des circonstances dans lesquelles il a été recueilli. Ceux-là seulement qui ont vu fouiller les anciens repaires d'animaux féroces peuvent se faire une idée du courage et de la passion pour la Science de leurs explorateurs. Autant les grottes où l'homme a séjourné sont d'une exploitation facile et parfois même agréable, autant les repaires des carnivores fossiles sont pénibles à fouiller : les Ours se sont tenus de préférence là où ils cessaient de voir la lumière du jour; par conséquent, il faut s'enfoncer profondément dans les grottes pour faire d'abondantes découvertes; on passe bien

---

([1]) *Ossements fossiles des cavernes de Liège,* Pl. XI et XII.

des jours dans l'obscurité, souvent dans la boue, exposé à tomber dans des trous et surtout à contracter des maladies : MM. l'abbé Pouech, Garrigou, Filhol père et Henri Filhol, Trutat, Rames, Marty, Regnault et d'autres encore ont été de courageux explorateurs des repaires d'animaux fossiles de nos Pyrénées, et, à cet égard, ils méritent que leur nom soit conservé avec reconnaissance par les paléontologistes. M. Regnault me paraît avoir été un des plus zélés. Dans les sombres profondeurs de la grotte de Gargas, il y a un trou dont l'entrée est si étroite qu'on a de la peine à y passer; ce trou s'enfonce verticalement; il a près de vingt mètres de profondeur : c'est ce qu'on appelle les Oubliettes de Gargas. En regardant ce trou, j'ai été étonné qu'un homme ait osé y pénétrer. Non seulement M. Regnault a eu la curiosité d'y descendre, mais encore il y a fait des fouilles un grand nombre de fois pendant deux années; il en a retiré une multitude d'os fossiles qu'on montait dans un panier au moyen d'une corde; l'espace est si exigu, il y a si peu d'air que M. Regnault et ses aides étaient fréquemment obligés de sortir de leur trou pour respirer librement; c'est dans ces conditions qu'ont été trouvés le squelette entier d'Hyène que j'ai montré il y a deux ans à l'Académie, quatre têtes d'Hyènes, un squelette presque entier de Loup qui n'est pas encore monté et décrit, deux autres têtes de Loups, huit têtes d'*Ursus spelæus* et le squelette de la petite variété d'*Ursus spelæus* que M. Regnault vient de donner au Muséum.

» Il me semble que la grotte de Gargas peut fournir quelques renseignements utiles pour l'étude de la chronologie des phénomènes glaciaires. Déjà il résulte des recherches de MM. Piette, Trutat et d'autres géologues que, malgré la quantité de débris de Rennes accumulés dans les dépôts de l'âge magdalénien, cet âge ne correspond nullement à l'époque de la grande extension des glaciers et appartient à une époque plus récente où les glaciers avaient un bien moindre développement. Ce que l'on voit à Gargas montre également que l'âge pendant lequel l'*Ursus spelæus* et plusieurs autres bêtes fossiles dominaient encore est postérieur à la grande extension des glaciers; en effet, quand on descend de Gargas à Saint-Bertrand de Comminges, on observe des boues glaciaires et des débris de rochers souvent énormes qui proviennent d'anciennes moraines et indiquent que la grotte a été entourée de glace. Ce n'est sans doute pas à ce moment de la grande extension des glaciers que la puissante faune de Gargas a pu se développer. MM. Regnault et Trutat m'assurent que la grotte renferme des cailloux de roches différentes de celles des pays environnants et qui proviennent né-

cessairement de moraines. Ainsi le grand âge glaciaire serait antérieur à l'époque où a régné l'*Ursus spelœus.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Renseignements divers recueillis sur le tremblement de terre du 23 février 1887*; par M. F. Fouqué.

« Parmi les nombreux documents que j'ai reçus des savants les plus compétents dans les questions de Physique terrestre, je signalerai les suivants :

» M. João Capello, directeur de l'observatoire de Lisbonne, a bien voulu m'envoyer le tracé des courbes magnétiques enregistrées par les instruments de son observatoire. Les trois courbes indiquent une perturbation magnétique à $5^h 52^m$ du matin le 23 février, mais cette perturbation est si faible qu'elle eût passé inaperçue si l'on n'avait eu connaissance auparavant du tremblement de terre.

» Les mêmes instruments avaient indiqué des perturbations beaucoup plus fortes lors du tremblement de Lisbonne et Funchal, le 22 décembre 1884, et lors du tremblement de terre de l'Andalousie, le 25 décembre de la même année. La première de ces perturbations avait eu lieu à $4^h 26^m$ du matin, la seconde à $9^h 20^m$ du soir.

» A Wilhemshafen, M. Eschenhagen m'annonce, d'après les renseignements qui lui ont été fournis par M. le professeur Börgen, directeur de l'observatoire, qu'un seul des trois instruments magnétiques de l'établissement, la balance magnétique, a présenté une perturbation dans son tracé.

» Les oscillations anormales ont commencé à $5^h 50^m$ du matin le 23 février (ou, plus exactement, à $6^h 13^m$, heure de Wilhemshafen); elles ont atteint leur maximum à $5^h 51^m$ et ont duré jusqu'à $6^h 4^m$. La limite d'erreur dans l'appréciation de l'heure est d'environ une demi-minute. De ce fait qu'un seul des instruments magnétiques de Wilhemshafen a présenté une perturbation dans ses indications, M. Eschenhagen croit pouvoir conclure que la perturbation est due à une action mécanique, à une secousse transmise par le sol. Lors du tremblement de terre de 1884 en Andalousie, j'avais moi-même adopté cette conclusion pour les faits du même genre, et songé à utiliser les irrégularités des tracés magnétiques pour calculer les vitesses de propagation des secousses dans le sol. Mais, ayant peu après visité l'observatoire de Montsouris et ayant constaté que les courbes tracées

par les instruments magnétiques présentaient à peine une trace sensible des ébranlements répétés occasionnés par le passage des trains des deux chemins de fer voisins, j'ai pensé que les irrégularités des courbes étaient produites par des actions magnétiques et non par des secousses communiquées par le sol. Cependant, entre ces deux opinions, la question ne peut être considérée comme définitivement tranchée. Il reste maintenant à chercher si tout tremblement de terre est nécessairement accompagné d'une perturbation magnétique. De plus, on peut se demander pourquoi la première secousse paraît être la seule à produire des phénomènes de ce genre et pourquoi les perturbations magnétiques se manifestent aussi inégalement dans les observatoires équidistants de l'épicentre. J'ajouterai, enfin, qu'il résulte des indications venues des divers observatoires, aussi bien cette fois-ci que lors du tremblement de terre du 25 décembre 1884. que *les perturbations magnétiques n'ont pas eu lieu rigoureusement au même moment, ni au moment précis de la première secousse*. Il y a cependant là une vérification à faire, vérification importante, car elle doit fournir un appoint considérable pour la solution de la question posée ci-dessus.

» On peut affirmer, en tous cas, que les actions magnétiques observées ne peuvent être la cause des secousses, qu'elles en sont tout au plus les conséquences.

» M. Cecilio Pujazon, directeur de l'observatoire de Séville, m'écrit que les appareils magnétiques de l'établissement qu'il dirige n'ont présenté, le 23 février dernier, aucune perturbation sensible dans le tracé de leur courbe. Là encore, il serait peut-être bon d'examiner de nouveau s'il n'y a pas eu quelque légère indication qui aurait passé inaperçue.

» Quant aux renseignements qui me sont parvenus de plusieurs observatoires sismologiques d'Italie, M. Offret accomplissant en ce moment une mission d'étude dans la région éprouvée par le tremblement de terre, je lui réserve le soin de faire connaître ces documents à l'Académie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Thore. — MM. Blanchard, A. Milne-Edwards, Van Tieghem, Bornet et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les

Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chatin et Trécul.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Duchartre, Trécul et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Pasteur.

Grand prix des Sciences physiques (*Étudier les phénomènes de la phosphorescence chez les animaux*). — MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, A. Milne-Edwards, Blanchard et Becquerel réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Cornu.

Prix Bordin (*Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du grand Océan*). — MM. de Quatrefages, Blanchard, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers et Ranvier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Grandidier et Sappey.

Prix Bordin (*Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à sang chaud, Mammifères et Oiseaux*). — MM. A. Milne-Edwards, Blanchard, de Quatrefages, Sappey et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Brown-Séquard.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — MM. de Quatrefages, A. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers et Grandidier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Cosson.

RAPPORTS.

Rapport sur le Mémoire présenté à l'Académie par MM. Guyou *et* Simart, *lieutenants de vaisseau, intitulé :* « *Développements de géométrie du navire, avec application aux calculs de stabilité du navire* ».

(Commissaires : MM. Phillips, Maurice Lévy, Sarrau;
de Jonquières, rapporteur.)

« Lorsqu'un corps pesant, quelle qu'en soit la figure, flotte sur une eau tranquille, en conservant, dans toutes les positions qu'il y prend sous l'in-

fluence d'un dérangement initial, un *déplacement* constant ([1]), la loi de succession des états *statiques* par lesquels il passe ne dépend que de deux *éléments*, fonctions de sa figure extérieure, qui sont :

» La surface (S), lieu des centres de gravité de ses surfaces de flottaison successives ;

» La surface (Σ), lieu des centres de gravité des volumes d'eau consécutifs, ou *isocarènes*, qui correspondent à ces flottaisons.

» Ces deux surfaces jouent, par rapport aux questions d'hydrostatique qui intéressent le flotteur, un rôle analogue (afin de fixer les idées par une *comparaison*) à celui que l'*ellipsoïde central* de Poinsot remplit dans les questions de dynamique, lorsqu'il s'agit du mouvement de rotation d'un corps matériel, dont la figure extérieure se trouve ainsi éliminée en quelque sorte, avec toutes les irrégularités qu'elle peut offrir.

» Dès lors, on comprend *a priori* l'importance fondamentale que la connaissance, aussi exacte et complète que possible, de ces deux surfaces présente pour la solution de toutes les questions concernant la *géométrie du navire*. S'il s'agit, en particulier, de celles qui ont pour objet l'étude de la *stabilité* sous une inclinaison quelconque par rapport à la position initiale du flotteur, comme cette stabilité se trouve (à cause de la figure qu'ont en général les vaisseaux) assurée, par *a fortiori*, dans tous les autres plans verticaux où cette inclinaison peut se produire lorsqu'elle l'est, pour le même angle, dans le plan *latitudinal* (perpendiculaire à l'axe *longitudinal* du navire), on n'a même plus besoin de s'occuper des surfaces (S) et (Σ), mais seulement des courbes (F) et (C), suivant lesquelles les cylindres circonscrits à ces surfaces, parallèlement à l'axe longitudinal, sont coupés respectivement, par ce plan transversal-latitudinal, et qui ont reçu les noms de *courbe des centres de flottaison*, ou courbe (F), et *courbe des centres de carène*, ou courbe (C).

» Bouguer d'abord (1746), puis Charles Dupin (1814) avaient signalé le rôle important de ces deux courbes *caractéristiques* dans les questions dont il s'agit. Mais, comme leur figure dépend de celles des surfaces latérales du corps flottant, qui ne sont pas, en général, définies mathématiquement; comme, par suite, on n'aperçoit pas d'accès facile vers leur détermination

---

([1]) Cette restriction n'est exprimée ici que pour plus de clarté dans l'exposition; car on en peut faire, et nos auteurs en font d'abord abstraction dans la méthode *très générale* qu'ils exposent, sauf à y revenir lorsqu'ils l'appliquent au calcul de la stabilité des *navires*, où elle se présente d'elle-même.

rigoureuse, ni même approximative, ces géomètres s'étaient bornés, le premier, à la détermination du rayon de courbure de la courbe (C); le second, à celle du rayon de courbure de la courbe (F). Plus tard, Bravais (1837), reprenant l'étude de la courbe (C), trouva l'expression (sous une forme d'ailleurs compliquée et peu propre aux applications) du rayon de courbure initial de la deuxième développée. C'était, en d'autres termes, pousser l'approximation au troisième ordre, au lieu de s'arrêter au premier, comme ses deux devanciers. Là s'étaient arrêtés les résultats obtenus par ces trois géomètres. En outre, les méthodes *particulières* qui les y avaient conduits ne semblaient pas susceptibles de recevoir une plus grande extension, et l'on ne pouvait, après eux, espérer d'obtenir quelque nouveau progrès dans la théorie qu'à la condition de perfectionner, ou plutôt de changer la méthode d'investigation. C'est, comme on va le voir, ce qu'ont fait les auteurs du présent Mémoire, pour arriver, d'un seul coup, à tel ordre d'approximation qu'on désire, c'est-à-dire à la solution générale du problème.

» Ce n'est pas qu'à l'époque de Bouguer, de Dupin, ni même de Bravais, il y eût lieu de regretter beaucoup le temps d'arrêt subi par la théorie, lorsqu'il ne s'agissait que de l'appliquer à l'art de la construction navale. A cette époque, qui n'est pas très ancienne, les plans des différents types de navires étaient invariablement tracés d'après des modèles déjà exécutés et éprouvés à la mer, et dont on s'écartait à peine dans leurs lignes principales. Cette grande analogie dans les formes permettait, en effet, de se contenter, pour les navires à construire, de la connaissance du rayon de courbure initial de la courbe des centres de carène (C). Mais depuis lors, par suite de l'introduction, dans la composition des flottes militaires ou commerciales, de types variés, absolument nouveaux, pour lesquels on manquait de précédents et, par suite, de contrôle, il est devenu indispensable de calculer l'élément qu'on nomme *bras de levier de la stabilité* jusqu'aux inclinaisons extrêmes du navire, pour lesquelles le *plat-bord* commence à immerger, ou, ce qui revient au même, de déterminer la forme exacte de la courbe précitée jusqu'aux mêmes limites, ce qui implique aussi, comme il va être dit, celle de la courbe (F).

» D'ailleurs, grâce à une élégante et simple propriété, que M. Guyou a fait connaître dans un Mémoire inséré à la *Revue maritime pour* 1883, et qui permet de ne pas tenir compte, dans les calculs primordiaux, des variations incessantes du chargement du navire, la méthode proposée par nos auteurs satisfait à toutes les exigences. Elle repose sur une détermi-

nation complète des courbes caractéristiques (F) et (C), exprimées par deux séries, toujours convergentes dans les conditions admises, dont les valeurs des coefficients sont déterminées *a priori*, et mathématiquement, en fonction des équations (rigoureuses, ou approchées) des surfaces qui forment les parois *latérales* du navire, ou, plus généralement, du flotteur. Ces valeurs sont, elles-mêmes, très simples, linéaires et, par suite, faciles à calculer, sans qu'on ait à redouter aucune erreur dans les opérations numériques à effectuer.

» La simplicité des résultats résulte d'une propriété nouvelle, et très importante, même au point de vue abstrait, qui a été mise en lumière par une ingénieuse et savante application de la formule dite *série de Lagrange*, étendue au cas où les deux paramètres qu'elle renferme sont fonctions d'une même variable indépendante.

» Il est aisé de comprendre *a priori* pourquoi et de quelle façon la *série de Lagrange* intervient dans la solution. En effet, comme les figures des courbes fondamentales et caractéristiques (F) et (C) sont intimement liées à celles des parois du flotteur; que, d'autre part, la donnée première et naturelle du problème est l'inclinaison φ du navire, combinée avec l'invariabilité du volume immergé, donc, en définitive, est la tangente à la courbe (F) menée sous cette inclinaison, on voit qu'il est indispensable d'exprimer les équations (exactes, ou seulement graphiquement approchées, selon le cas) qui représentent ces parois par des coordonnées rectangulaires, en fonction de l'angle φ, c'est-à-dire en fonction de deux coordonnées polaires *d'un nouveau genre*, savoir cet angle φ lui-même et la position qu'occupe la tangente, le long de laquelle doit être mesurée, à partir de son point (*variable*) de contact avec la courbe (F) sur laquelle elle roule, la distance de ce point à la courbe de la paroi dont on veut obtenir l'équation dans ces nouvelles coordonnées. Nous ne pouvons, sous peine de trop étendre ce Rapport, que renvoyer à la lecture du Mémoire lui-même, pour les détails de cette extension, très ingénieuse et féconde, de la série de Lagrange et de son application à la recherche de la stabilité, ainsi que pour la discussion des conditions de convergence des séries employées, qui a été habilement traitée par nos auteurs.

» Ajoutons seulement que, dans le mode de représentation des *formes* du navire sur les plans ou sur le devis de construction, les coordonnées des parois sont exprimées en fonction de deux coordonnées *rectangulaires* y et z dans chacune des sections transversales, ou *couples* (comme on les appelle en marine), la coordonnée x, comptée sur l'axe longitudinal du

vaisseau, étant réservée pour définir la position d'un quelconque de ces couples le long de la quille ([1]). Les courbes (F) et (C), au contraire, sont exprimées, chacune (en fonction de la longueur σ de l'arc, mesuré à partir de l'origine, et de l'inclinaison φ de la tangente en son extrémité), par une équation *curvo-polaire*, dont Bravais avait déjà fait usage et qui est de la forme

$$\sigma = \sigma_0 + \varphi\sigma'_0 + \frac{\varphi^2}{1.2}\sigma''_0 + \ldots + \frac{\varphi^n}{1.2\ldots n}\sigma_0^{(n)} + \ldots;$$

les quantités $\sigma', \sigma'', \ldots, \sigma^{(n)}$ sont les dérivées successives de σ, en y faisant $\varphi = 0$, conformément à la règle de Maclaurin, applicable dans le cas actuel, vu les limites adoptées par les auteurs du Mémoire.

» Nous n'entrerons pas ici dans de plus longs détails, qui ne pourraient que reproduire le texte, déjà très concis, du Mémoire.

» Nous nous bornerons à dire qu'il se termine (1er cahier) par une application au calcul de la stabilité d'un cuirassé de premier rang (l'*Amiral-Duperré*). Les seuls résultats utiles à déterminer sont alors :

» 1° La hauteur d, sur l'axe vertical, du point où cet axe est coupé par une flottaison isocarène inclinée de l'angle quelconque φ ;

» 2° Le *bras de levier* Δ de la *stabilité* pour cette même inclinaison.

» On a pour cette détermination, en poussant les séries plus loin que l'exige la pratique, les deux formules suivantes :

$$d = \sigma'_0\frac{\varphi^2}{2} + (\sigma'''_0 + 5\sigma'_0)\frac{\varphi^4}{24} + (\sigma^{\text{v}}_0 + 16\sigma'''_0 + 61\sigma'_0)\frac{\varphi^6}{1.2\ldots6} + \ldots,$$

$$\Delta = \Sigma'_0\varphi + (\Sigma'''_0 - \Sigma'_0)\frac{\varphi^3}{6} + (\Sigma'_0 - \Sigma'''_0 + \Sigma^{\text{v}}_0)\frac{\varphi^5}{120}$$
$$+ (\Sigma^{\text{vii}}_0 - \Sigma^{\text{v}}_0 + 29\Sigma'''_0 - 7\Sigma'_0)\frac{\varphi^7}{5040} + \ldots,$$

([1]) C'est parce que MM. Simart et Guyou ont eu l'heureuse idée (suggérée par une habile intuition) de prendre z pour variable indépendante, au lieu de y qu'avait adoptée Bravais, que, tout en retrouvant pour la formule qui donne l'approximation du troisième ordre dans le problème actuel le même résultat que ce savant, ils en donnent une expression beaucoup plus simple, tandis que celle à laquelle Bravais est parvenu par une marche délicate, semi-géométrique, semi-analytique, se fût très difficilement prêtée au calcul numérique, si l'on eût été tenté d'en faire usage. Au reste, l'application ne semble pas en avoir jamais été faite, car la *Thèse* de Bravais n'est, que nous sachions, citée dans aucun des ouvrages publiés depuis lors sur la *Théorie du navire*, soit en France, soit à l'étranger, où ces matières ont, depuis une vingtaine d'années, été cultivées avec talent par des savants tels que MM. Rankine, Froude, Reed, etc.

lesquelles, en faisant usage des développements des fonctions et dérivées (présentés sous forme de Tableaux qui font suite au Mémoire), fournissent des résultats concordant très bien avec ceux obtenus, mais beaucoup plus laborieusement, par la méthode Reech-Risbec ([1]), ce qui confirme d'ailleurs l'exactitude de l'une et de l'autre pour l'application à cet exemple particulier.

» *Conclusions.* — En résumé, le Mémoire de MM. Simart et Guyou marque un progrès important dans la science difficile de la *géométrie du navire.* Le pas qu'il y fait est considérable et résout définitivement le problème du calcul de la stabilité sous un angle d'inclinaison quelconque, aussi bien au point de vue théorique qu'à celui de l'application.

» L'utilité pratique qu'en retirera l'art de la construction des vaisseaux résulte non seulement de la certitude et de l'uniformité de la méthode mathématique que présentent ces auteurs, mais encore de la simplicité et de la promptitude de son application, puisqu'elle réduit des trois quarts ou des quatre cinquièmes la durée des calculs laborieux qui, jusqu'à ce jour, étaient nécessaires pour obtenir le résultat désiré.

» En conséquence, par ces deux considérations qui sont l'une et l'autre très propres à toucher l'Académie, gardienne vigilante des intérêts de la Science, votre Commission a l'honneur de vous demander de vouloir bien ordonner l'insertion du Mémoire de MM. Guyou et Simart dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers à l'Académie.*

» Les conclusions de ce Rapport sont adoptées. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les effets des transfusions de sang dans la tête des animaux décapités.* Deuxième Note de MM. **G. Hayem** et **G. Barrier.**

« Le dispositif que nous avons adopté pour cette seconde série de recherches nous permet de faire passer instantanément, à un moment convenu à l'avance et relevé sur un chronomètre à secondes, le sang arté-

---

([1]) Une Planche annexe fait ressortir aux yeux cette concordance des résultats obtenus par les deux méthodes. On n'a même pas eu besoin d'y employer les termes en φ^6 et en φ^7.

riel d'un cheval vivant dans les deux carotides d'une tête détronquée de chien. De cette façon, il nous est facile de pratiquer nos transfusions avant que la tête soumise à l'expérience devienne inerte, c'est-à-dire à un moment quelconque de la période qui suit immédiatement la décollation et que nous avons désignée sous le nom de *période agonique*.

» Il est essentiel, pour que les effets de ces transfusions soient complets, que l'irrigation sanguine soit abondante et suffisamment prolongée, conditions qui se trouvent bien réalisées à l'aide d'un cheval vivant.

» La première question intéressante à résoudre était celle de savoir jusqu'à quel moment de la période agonique le sang artériel est capable de faire réapparaître des manifestations conscientes et volontaires.

» Grâce aux conditions que nous venons d'indiquer, nous avons pu encore en obtenir à l'aide d'une transfusion faite dix secondes après la décollation, tandis que la même opération pratiquée après quinze secondes ne provoque plus l'apparition d'actes de cette nature. Nous pouvons donc dire que la possibilité de ranimer les centres supérieurs de l'encéphale, en se servant de sang oxygéné, cesse entre la onzième et la seizième seconde.

» Ce premier résultat, sur lequel nous attirons l'attention, ne veut pas dire que la volonté et la conscience sont conservées, après la détroncation, pendant le temps relativement long de dix secondes. Il nous a toujours paru extrêmement probable, sinon absolument certain, que la décapitation produit immédiatement ou presque immédiatement une perte du sentiment et de la volonté, une sorte d'état syncopal.

» Mais il résulte clairement des faits que nous avons observés que, au cours de cet état, les éléments anatomiques des centres sensitifs et excito-moteurs possèdent encore, au bout de dix secondes, la faculté de reprendre, sous l'influence du sang artériel, leur activité propre.

» Nous considérons comme preuves de ce fait important la production, pendant la transfusion, de mouvements coordonnés complexes d'apparence spontanée ou provoqués par l'excitation de la sensibilité générale et des sens spéciaux. Nous rangerons parmi les manifestations de cet ordre : les mouvements des globes oculaires dans les orbites, mouvements spontanés ou suscités, soit par l'approche d'une lumière vive, soit par l'appel de la voix; les soubresauts de toute la tête produits par des contractions des muscles cervicaux sous l'influence de la douleur ou de la crainte; les déplacements d'ensemble dus aux mêmes muscles, portant l'extrémité de la tête alternativement à droite ou à gauche, comme pour fuir; les contractions mimées des muscles faciaux donnant au regard et à la physionomie

une expression particulière de souffrance ou d'effroi; les efforts de lapement, notés parfois quand on approche une écuelle d'eau près de la gueule; le redressement des oreilles à l'appel de la voix; l'action de croquer ou de rejeter un morceau de sucre introduit dans la gueule; les efforts de la langue, soit pour se débarrasser d'une substance amère mise en contact avec elle, soit pour lécher le museau; enfin peut-être aussi la possibilité d'émettre, dans certains cas, des cris plaintifs quand on fait passer à travers la glotte un courant d'air par le tronçon de trachée attenant au larynx.

» Nous ferons remarquer que, dans les transfusions hâtives, faites pendant les quatre premières secondes de la période agonique, on voit cesser les mouvements convulsifs, tandis que dans les transfusions plus tardives, les phénomènes de contracture persistent, particulièrement dans la mâchoire et dans la langue.

» Évidemment, lorsque les centres encéphaliques ont subi, pendant plusieurs secondes, les effets de l'anémie totale, quelques-uns d'entre eux restent, malgré la transfusion, dans un état prononcé d'hyperexcitabilité.

» Quand on a dépassé la limite de cette première phase, on constate immédiatement un grand changement dans les résultats de la transfusion. Les manifestations précédemment énumérées font défaut. Cependant, l'apport de sang artériel dans la tête permet encore de noter des mouvements multiples des trois ordres : divers *mouvements convulsifs*, des *mouvements réflexes* et des *mouvements automatiques*.

» Les mouvements convulsifs ont lieu dans les paupières, parfois aussi dans les muscles des yeux (*nystagmus*); il s'y joint de la contracture des mâchoires et une forte rétraction de la langue.

» Les réflexes sont constitués presque uniquement par le réflexe oculaire (palpébral et cornéen) et le clignement spontané des yeux. Le réflexe cutané est éteint ou sur le point de l'être. Dans ce dernier cas, il ne se traduit plus que par la fermeture des paupières sous l'influence d'une excitation des nasaux.

» Il faut noter aussi la possibilité d'augmenter la rétraction de la langue en la pinçant. Enfin le tableau est complété par la production, plus ou moins fréquente et régulière, d'efforts respiratoires automatiques.

» Après cette deuxième phase, on entre dans celle que nous avons déjà indiquée comme se prolongeant plusieurs minutes après la période agonique. A ce moment, on n'obtient plus que le réflexe oculaire (palpébral et cornéen) et les mouvements respiratoires automatiques.

» Enfin, la dernière phase se montre vers la dixième minute après la décapitation. La transfusion prolongée ne provoque plus, à cette époque, qu'un petit nombre d'efforts respiratoires incomplets, caractérisés par un faible mouvement des narines et des lèvres (sans écartement des mâchoires), accompagné d'une rétraction à peine sensible de la langue. Le réflexe oculaire ne réapparaît plus.

» A partir de la douzième minute, la tête reste définitivement inerte; la transfusion ne suscite plus que des contractions fibrillaires, dues à l'action directe du sang sur les muscles.

» *En résumé*, ces expériences établissent :

» 1° Que le temps pendant lequel il est possible, après la décapitation, d'entretenir ou de faire réapparaître, à l'aide de la transfusion de sang artériel, l'activité des centres corticaux sensitivo-moteurs, est extrêmement court et environ de dix secondes ;

» 2° Que la faculté de reprendre une certaine activité sous l'influence de l'apport de sang oxygéné se perd dans les centres encéphaliques de haut en bas, des couches corticales aux foyers bulbaires, et que, à cet égard, le dernier survivant de ces centres, l'*ultimum moriens*, est le noyau inférieur du facial;

» 3° Qu'à partir de la douzième minute après la décollation, aucun des centres encéphalo-bulbaires ne répond plus à l'excitation produite par la reconstitution d'une active circulation de sang oxygéné. »

PHYSIOLOGIE. — *De la sensibilité de la vessie à l'état normal et pathologique.* Note de M. F. Guyon.

« I. A l'état normal, la sensibilité de la vessie ne se manifeste que par le besoin d'uriner. Établir dans quelles conditions physiologiques ce besoin se produit est le premier et principal objectif de nos recherches.

» En voici les conclusions :

» 1° A l'état physiologique, le besoin d'uriner ne se produit que sous l'influence de la tension des parois de la vessie; 2° la contraction du muscle vésical précède invariablement la manifestation de ce besoin, qui n'est perçu que lorsque cette contraction est portée à un certain degré; 3° le besoin d'uriner ne dépend pas de la mise en action d'une sensibilité, en quelque sorte élective, ayant un centre spécial dans un point déterminé

de la muqueuse du col ou du corps; cette sensation a son siège dans la totalité de l'organe.

» 1° Dans la vessie normale, la sensation au contact est nulle pour les liquides non irritants; elle est obtuse pour les solides. Quels que soient les mouvements du corps, le contact de l'urine n'est pas perçu.

» Le sujet en expérience n'accuse jamais la sensation de pénétration d'un liquide, à température d'environ 20°, dont la présence ne se révèle qu'après un certain degré de réplétion de la vessie; il perçoit celle des liquides chauds et froids ou suffisamment irritants; le besoin d'uriner succède bientôt à cette sensation. Les instruments souples ne produisent dans la vessie aucune sensation particulière; les sensations urétrales seules sont exprimées. Les instruments rigides déterminent une sensation obtuse, parfois plus prononcée au pourtour du col, mais qui ne se traduit pas par le besoin d'uriner. Ce besoin naît secondairement par l'exagération du contact, sa prolongation *in situ*, mais surtout par sa répétition, c'est-à-dire *par des excitations successives*. Indifférente ou peu sensible aux contacts, *tant qu'elle reste saine*, la vessie répond par la manifestation du besoin d'uriner à la mise en tension de ses parois sous une quantité de liquide variable en rapport avec la sensibilité vésicale qui est régie, même à l'état normal, par des conditions diverses d'ordre physique ou psychique. La vessie n'a pas, en effet, de capacité anatomique, mais seulement une capacité physiologique (¹). Le chloroforme, qui supprime totalement la sensibilité au contact, laisse subsister, ainsi que je l'ai démontré, la sensibilité à la tension. La différence essentielle entre les effets du contact et ceux de la tension est donc expérimentalement établie.

» 2° La tension précède la sensation. En étudiant la résistance du piston d'une seringue, en lisant sur un manomètre à cadran le degré de pression du liquide injecté, l'expérimentateur constate l'établissement et l'augmentation progressive de la tension avant que le sujet témoigne le besoin d'uriner. La contraction suit immédiatement la mise en tension, et le besoin d'uriner succède à la contraction; il résulte donc *d'un certain degré de contraction*. La contraction a d'abord été inconsciente; si, lorsqu'elle a été perçue, on prolonge l'expérience en maintenant dans la vessie la même quantité de liquide, l'aiguille manométrique ne tarde pas à baisser,

---

(¹) Ces faits, que la clinique m'a depuis longtemps appris, ont été expérimentalement démontrés par MM. Mosso et Pellacani, dans leur remarquable travail sur les fonctions de la vessie (*Arch. ital. de Biologie*, 1882.)

tandis que le besoin d'uriner s'émousse et disparaît pour ne reparaître que plus tard. Cette diminution de tension est évidemment due à la contraction moindre de la fibre musculaire. Ajoute-t-on du liquide, la tension augmente, et l'envie reparaît intense et même douloureuse. Ces expériences reproduisent ce qui se passe à l'état normal. Les relations si étroites de ces deux phénomènes, contraction et production de la sensation, conduisent à penser que c'est surtout peut-être à la fibre musculaire en action qu'est due la mise en jeu de la sensibilité.

» 3° La sensation du besoin d'uriner a son siège dans la totalité de l'organe. Si, plaçant l'extrémité d'une sonde d'assez gros calibre dans l'urètre postérieur, on y fait passer un courant abondant de liquide qui pénètre de là dans la vessie, le contact de ce liquide n'est jamais senti, et l'envie d'uriner ne se manifeste que lorsque la quantité de l'injection a été suffisante pour établir la tension vésicale. Les instillations de liquide simple ou de solutions de nitrate d'argent dans cette région du canal ne déterminent jamais immédiatement le besoin d'uriner, mais secondairement, après action cathérétique sur la muqueuse vésicale.

» Les corps durs ne déterminent de sensation vive qu'au niveau de la portion membraneuse; cette sensation ne se traduit jamais par le besoin d'uriner. Dans la portion prostatique, elle apparaît *passagèrement*, chez quelques sujets, et ne devient définitive que lorsque l'instrument a soumis le corps de la vessie à des contacts successifs. L'anneau du col et sa face urétrale peuvent fournir les mêmes phénomènes, sa surface interne ou vésicale ne les présente pas. La pression en masse de cette région, pratiquée par le rectum, amène les mêmes résultats. A l'état normal, l'urètre profond et le col de la vessie sont donc plus sensibles que son corps; mais cette sensibilité n'est éveillée que par l'action des corps solides; elle ne l'est à aucun degré par les liquides. Nos observations et nos expériences démontrent donc que le besoin d'uriner résulte de l'excitation directe de la paroi de la vessie, soit par la tension qui la réalise au plus haut degré, soit par des contacts successifs, et non de la pénétration de l'urine dans la région prostatique, selon la théorie de Küss et du professeur Duval.

» II. A l'état pathologique la sensibilité de la vessie est essentiellement constituée : 1° par l'exaltation de sa sensibilité à la tension; 2° par l'acuité plus ou moins vive de la sensibilité aux contacts.

» *La sensibilité vive aux contacts constitue donc un état pathologique puisqu'elle est de création morbide.* La distension de la vessie, avant même d'être douloureuse, détermine du côté du rein un état congestif réflexe qui se

traduit par une suractivité fonctionnelle et qui devient intense avec l'état douloureux excessif. Ces faits, que m'avait depuis longtemps appris l'observation, et expérimentalement démontrés sur ma demande par le Dr Tuffier, prouvent que la tension et surtout la distension vésicales, déjà à craindre à l'état physiologique, sont très à redouter à l'état pathologique.

» A l'état physiologique on devra particulièrement s'en préserver lorsque les modifications apportées par l'âge mettent l'appareil urinaire en imminence morbide. A l'état pathologique, le chirurgien doit à tout prix y soustraire ses malades, soit par des opérations, soit par le cathétérisme opportun et méthodique, bannissant de sa pratique tout ce qui peut provoquer cette distension.

» Au point de vue physiologique pur, la réaction si évidente de la vessie pathologique au contact était d'un intérêt non moins grand. Elle m'a, en effet, permis de nettement apprécier le degré proportionnel de la sensibilité du col et du corps. De très nombreuses observations me paraissent avoir démontré que la réaction sensible est partout la même sur tous les points de la surface interne de la vessie. Le col perd à ce point de vue sa petite suprématie de l'état physiologique. S'il y avait une différence dans le degré des sensibilités, elle serait en faveur du corps de la vessie. Aussi ai-je pu prouver que, dans les états douloureux de la vessie, ce que l'on croyait être une contracture du col est en réalité une contracture du corps; j'en ai conclu que, dans les opérations qui ont pour objet principal de lutter contre un état douloureux grave, la section du corps de la vessie, déjà faite pour d'autres motifs, est préférable à celle du col. Plusieurs faits opératoires m'ont mis à même de constater que, là encore, les résultats de la clinique étaient d'accord avec les prémisses posées par l'étude physiologique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 23 février.* Note du P. F. Denza.

(Renvoi à la Commission.)

« J'ai lu, dans les *Comptes rendus* de l'Académie, qu'aux observatoires de Perpignan, Lyon, Paris, on a observé des trépidations dans le magnétomètre enregistreur. Nous n'avons pas, à l'observatoire de Moncalieri, d'ap-

pareils magnétiques enregistreurs; mais nous observons les instruments neuf fois par jour, c'est-à-dire toutes les trois heures, depuis 6^h du matin jusqu'à 9^h du soir, et à 8^h du matin, 2^h et 8^h du soir.

» Or, le matin du 23 février, le magnétomètre, à 6^h, 8^h et 9^h du matin, c'est-à-dire à 5^{h}39^m, 7^{h}39^m et 9^{h}39^m (temps moyen de Paris), a montré les perturbations que nous sommes habitués à observer, depuis plusieurs années, lors des tremblements de terre, qui sont relativement fréquents dans ces vallées alpines et ailleurs en Italie. Ces perturbations sont d'une nature tout à fait spéciale : ce sont toujours des vibrations s'effectuant dans le sens vertical, plus ou moins intenses et peu sensibles dans le sens horizontal. Elles n'altèrent pas la marche diurne des éléments magnétiques et sont tout à fait différentes des mouvements qui correspondent aux perturbations magnétiques produites par les aurores boréales et par les autres bourrasques magnétiques.

» L'élément le plus difficile à déterminer, pour ce qui concerne les tremblements de terre, c'est l'heure précise du commencement des secousses. Voici cependant, telle que j'ai pu la recueillir jusqu'ici, la liste des points où l'instant précis de la première secousse, la plus intense, a été enregistré (temps moyen de Rome) :

	h m s
Moncalieri	6.22
Bologne	6.22.50
Milan	6.23
Crémone	6.23
Parme	6.23
Plaisance	6.23
Nervi (Ligurie)	6.24
Florence	6.25
Velletri (Rome)	6.26

» Les appareils magnétiques de notre observatoire ont montré la même perturbation que le matin du 23 février, quoique moins intense, le matin du 25 février et du 4 mars, en correspondance avec les secousses secondaires qui se succédaient dans ces jours sur la rivière et ailleurs. »

GÉOLOGIE. — *Premiers résultats d'une exploration de la zone ébranlée par le tremblement de terre du 23 février.* Note de M. **Stanislas Meunier**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission.)

« En parcourant la région comprise entre Cannes et Gênes, j'ai été frappé de traverser successivement une série de maxima et de minima de trépidation, révélés par l'importance des ruines.

» En traçant sur une Carte l'intensité constatée en chaque point du littoral, qu'on peut représenter, par exemple, par des teintes de plus en plus foncées, on voit se dessiner des bandes parallèles, dirigées du sud-est au nord-ouest et qui affectent une symétrie remarquable. L'axe évident passe par Diano-Marina, où tout a été renversé, même les petits murs mitoyens des champs qui, vu leur peu de hauteur, ont partout mieux résisté que les autres constructions. A l'est comme à l'ouest, se montrent des bandes relativement préservées et dans chacune desquelles se constatent des gradations ménagées vers un minimum placé, à l'est vers Loano et à l'ouest vers Bordighera. En Italie, un nouveau maximum, mais plus faible que celui de Diano-Marina, s'annonce progressivement et apparaît à Noli : il a son symétrique occidental dans le maximum relatif de Menton. A l'est de Noli, un minimum très clair est à Vado et, à sa suite, un maximum de troisième intensité à Albissola. Le symétrique, à l'ouest, comprend le minimum de Villefranche et de Beaulieu, et le maximum (d'intensité peut être moindre que celui d'Albissola) que présente Nice.

» En dehors de ces bandes et des deux côtés, le phénomène s'atténue très rapidement : Cannes et Gênes sont sensiblement indemnes; d'où l'on voit que la région orientale de la zone, malgré la symétrie évidente, est un peu plus resserrée que la région occidentale, en même temps que la trépidation y a été plus violente.

» Malgré l'absence de précision en un pareil sujet, on peut essayer de donner des faits une sorte de représentation au moyen d'une courbe dont les abscisses seraient les distances kilométriques et les ordonnées, les intensités relatives de la secousse, représentées d'ailleurs fort approximativement. Ce tracé montre comment de certains minima, situés près de l'axe et surtout vers l'est, comme Vado, peuvent avoir été aussi éprouvés, et plus, que des maxima de la région marginale, comme Nice.

» Si l'on rapproche ces notions dynamiques des résultats offerts par l'étude géologique du sol, on retrouve, entre les deux ordres de faits, une analogie évidente et comme une sorte de parallélisme. Diano-Marina est précisément sur le prolongement de la crête granitique principale de la chaîne des Alpes, allant de Barcelonnette à Tende, et sur laquelle passe la frontière. A Savone comme à Cannes, affleurent des roches cristallines dont l'intervalle consiste en bandes nord-ouest à sud-est de terrains jurassique, crétacé et éocène, abstraction faite du pliocène et du quaternaire, qui forment des lambeaux tout à fait superficiels.

» Les faits qui précèdent évoquent involontairement le souvenir de phénomènes acoustiques. Les maxima des ruines se présentent comme des ventres d'ondulations, les minima comme des nœuds.

» Maintenant, si l'on passe de l'examen général du phénomène à l'étude des détails, on voit, dans une foule de cas, des contrastes qui appellent une explication spéciale. Presque partout, à côté de ruines, des points ont été plus ou moins préservés. Au contact de la ville neuve de Nice, où il y a tant de crevasses et d'effondrements, la ville vieille et les hauteurs de Cimiez sont presque intactes. A Menton, dès qu'on passe des bords du Caréi à la vieille ville, les maisons en parfait état succèdent aux décombres. Près d'Albissola, qui est fort éprouvée, et où la voie du chemin de fer, comme la route de terre, sont traversées de crevasses ouvertes en même temps que le pont s'écroulait, on voit les ruines disparaître en même temps que le sol s'élève. Dans la zone même du maximum principal, Diano-Castello, qui domine Diano-Marina, est déjà sensiblement moins ravagé que ce dernier, et vers Cervo le dommage est relativement faible.

» Il y a, dans tous ces exemples, une influence évidente de la roche superficielle qui a modifié les caractères des pulsations reçues d'en bas. Les points ruinés sont constitués par des lambeaux détritiques : poudingues pliocènes, sables quaternaires, etc. Au contraire, les localités moins ruinées sont sur la roche massive, calcaire, schiste, granite.

» Sans doute, il serait imprudent de formuler dès maintenant des conclusions sur des sujets si difficiles; j'ajouterai seulement que ce qu'il est possible d'observer directement sur la zone ébranlée ne concerne que des phénomènes secondaires qui laissent intacte la cause même des tremblements de terre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une corrélation entre les tremblements de terre et les déclinaisons de la Lune.* Note de M. **H. de Parville**, présentée par M. Mascart.

« On s'est demandé depuis longtemps s'il n'existerait pas quelque rapport entre les phases de la Lune et les tremblements de terre. Selon les statistiques d'Alexis Perrey et de quelques autres observateurs, les tremblements de terre apparaissent un peu plus nombreux aux syzygies qu'aux quadratures; mais l'écart est faible. Ainsi, Alexis Perrey a trouvé les nombres suivants :

Périodes.	Syzygies.	Quadratures.	Écarts.
1751-1800	1901	1754	147
1801-1850	3434	3161	273
1843-1872	8838	8411	427

» La différence en faveur des syzygies est toujours positive; toutefois, elle semble aller en diminuant, à mesure que l'examen porte sur un plus grand nombre de tremblements de terre. Dans les deux premières périodes, la proportion est de 4 pour 100 en faveur des syzygies; dans la dernière, la plus riche en secousses, elle n'est plus que de 2,5 pour 100. Les observations, telles qu'elles ont été enregistrées jusqu'ici, ne montrent donc pas une concordance vraiment probante entre les phases lunaires et les phénomènes sismiques. Cependant, on a inféré peut-être un peu vite qu'il ne saurait exister aucun rapport entre les mouvements de la Lune et les tremblements de terre. Il en existe un, au contraire, et très net.

» L'Académie sait que, depuis un quart de siècle, nous poursuivons systématiquement l'examen comparé des déclinaisons lunaires et des principaux phénomènes météorologiques. Nous avons compris dans cette étude les tremblements de terre. Or il résulte de nos recherches que, si, en effet, on ne voit se dessiner aucune corrélation entre les *phases lunaires* et les secousses sismiques, il s'en montre une très significative entre ces phénomènes et les *déclinaisons lunaires*. Depuis un siècle, les tremblements de terre bien caractérisés, c'est-à-dire en quelque sorte de notoriété publique, correspondent exactement à des déclinaisons déterminées; et même si exactement que l'on pourrait, à l'annonce d'un tremblement de terre, en déduire la déclinaison de la Lune. La loi se formulerait ainsi : *Les tremblements de terre se produisent soit à l'équilune, soit au lunistice, soit exactement quand le Soleil et la Lune ont la même déclinaison.*

» Dans les deux listes suivantes, qui mettent en évidence cette corréla-

tion, nous enregistrons seulement les principaux tremblements de terre, à date authentique, pour ne pas sortir des limites de place qui nous sont assignées. Ils sont arrivés exactement soit à l'équilune, soit au lunistice, quelquefois à un jour d'intervalle, très exceptionnellement à deux jours d'écart quand il y avait en même temps périgée, apogée ou encore « coïncidence de déclinaisons solaire et lunaire ». Assurément la période étudiée est relativement courte ; cependant les rapports observés sont si frappants, si constants, si réguliers, qu'il devient difficile de n'y pas voir une relation quelconque de cause à effet ([1]).

» **1887.** 15 janvier, Japon, E.; 15 février, département de la Manche, C., L.; 22 février, Manche, C.; 23 février, Ligurie, Menton, Nice, C., A., E.; 3 mars, Calabre, Long-Island (New-York), L.; 11 mars, Ligurie, Nice, E. — **1886.** 14 mars, Grenade et Arenas, L.; 9 juin, Petropolis (Brésil), E.; 25 août, Sicile, Malte, etc., L.; 27 août, Athènes, Suisse, L., P.; 1er septembre, Pittsburg, Cleveland, Charleston en ruines, Washington, E.; 6 septembre, Colombie, Messénie (6000 maisons détruites), L.; 7 septembre, Sidi Aich (Algérie) et Grèce, L.; 4 octobre, secousses à Unst (îles Shetland), soulèvement du Chimolapa (Mexique), île Niapu, L.

» **1885.** 1er février, nord de la France, E.; 30 mars, Mendoza (République Argentine), E. ; 19 juin, Indes, Baramula, villes détruites, E. ; 24 juin, Cachemir, 70000 maisons détruites, L. A.; 24 juillet, Bellepaso, Etna, L., A. ; 30 juillet, Bianco Villa et Bronte (Sicile), E. ; 5 août, Dorignies (France), L. ; 25 septembre, Nicolasi (Sicile), E. ; 25 octobre, Nicolasi (Sicile), L., P.; 15 octobre, Palerme, L., A. — **1884.** 22 avril, Angleterre, fortes secousses à Colchester, comté d'Essex, Londres, E. ; 27 novembre, secousses sud-est de la France, Nice, Italie, Suisse, E. ; 25 décembre, grand tremblement de terre d'Andalousie, E. — **1883.** 8 mars, département de la Mayenne, E. ; 17 mars, Harlem, Amsterdam, L. ; 21 mars, régions de l'Etna, éruption, E. ; 28 juillet, Ischia, L. ; 13 août, grand tremblement de terre de Java, L.; 26 août, Krakatoa, L. — **1882.** 4 janvier, Étolie (mer Ionienne), L.; 17 février, Offreux et le Tréport, E., P., C. ; 29 mars, île de Chio, E., A., C. ; 14 août, Couchy (Côte-d'Or), E., A. ; 16 septembre, Panama, L. ; 13 septembre, Plombières, E., A., C. — **1881.** 26 février, Agram (Hongrie), E., P., C. ; 2 mars, Valais, Tessin, E., C. ; 6 mars, Ischia, destruction de Casamicciola. L. ; 7 mars, Zurich, Lausanne, L. ; 3 avril, ruine de Chio, L. ; 10 juin, golfe de Gabès, L., C. ; 18 juin, Gabès, E.; 22 juillet, Savoie, Berne, etc., L. ; 5 août, Savoie, L. ; 12 août, Oberland bernois, E.

» **1880.** 4 janvier, Saint-Domingue, E.; 3 février, Basses-Pyrénées, L.; 22 mars, Vienne (France), E.; 28 juin, Suisse, volcan Fuego (Guatemala), E; 4 juillet, Suisse et Fuego, L.; 20 juillet, Manille, L.; 29 juillet, désastre de Smyrne; une île aux Açores, L.; 9 novembre, Agram, E.; 15 novembre, Agram, L., C. — **1879.** 25 mars, Etna; 20 décembre, San Salvador, E.; 29 décembre, Savoie, L. — **1878.** 28 janvier, Paris, L.; 11 février, île Tauna (Océanie), L.; 12 avril, destruction de Cua (Vene-

---

([1]) Pour abréger, nous remplaçons les dénominations de *équilune, lunistice, coïncidence de déclinaison, apogée* et *périgée* par les lettres E., L., C., A. et P.

zuela), E., C.; 7 juin, secousses intenses, Alpes-Maritimes, Menton, E.; 3 novembre, Vésuve, E. — 1877. 15 février, Mauna-Loa (îles Sandwich), E.; 9 mai, grand tremblement de terre du Pérou, destruction d'Equique, E.; 25 juin, éruption du Cotopaxi, L.; 7 octobre, Lyon, Valence, Berne, Genève, etc., E. — 1876. 4 février, secousses à l'île de la Réunion, piton du Grand Sable, L.

» 1875. 12 mars, Guadalajara (Mexique), L.; 26 novembre, piton du Grand Sable, C.; 11 décembre, piton du Grand Sable, L. — 1874. 3 juin, Grèce, Nisiros, L.; 3 septembre, Etna, E.; 4 septembre, Grèce, E. — 1873. 19 janvier, Rome, E.; 12 mars, Italie, Haute-Vienne, L.; 4 juin, Nisiros, E.; 29 juin, Belluno, E. A.; 8 juillet, Valparaiso. Destruction de Ligua (Chili), L., C.; 14 juillet, Ardèche, Drôme, E; 8 août, Châteauneuf (Rhône), E; 20 août, Bagnères-de-Bigorre, P. C.; 27 août, Aisne, Saint-Quentin, L.; 16 octobre, Bouffarich (Algérie), A., C.; 1er novembre, Nancy, E.; 27 novembre, Bagnères-de-Bigorre, E., P. — 1872. 21 avril, Vésuve, E. — 1871. 10 avril, Yokohama, Batang (Chine), L.; 4 novembre, Orange Country, L.

» 1870. 1er mai, Yokohama, C. A. — 1869. 10 janvier, Assam (Inde), L.; 15 août, Pérou, Nouvelle-Zélande, ruines de Christchurch, L., C.; 1er septembre, Batna (Algérie), E., A.; 12 septembre, Bagnères-de-Bigorre, L.; 20 septembre, Pérou, E., A.; 28 octobre, Grossgereau, L., C.; 2 novembre, Francfort, E.; 8 novembre, Grossgereau, L. — 1868. 22 janvier, Alger, Constantine, Philippeville, L.; 18 février, Caucase, L.; 25 février, Nicaragua, E.; 11 mars, San Salvador, E.; 30 mars, Arles (France), L.; 5 avril, Hawaï (îles Sandwich), E., P.; 16 avril, Alep (Syrie), L., C., A.; 6 juillet, Paris, Bar-sur-Seine, L.; 17 juillet, Pyrénées, Cauterets, L.; 13 août, catastrophe du Pérou, L.; 20 août, Hongrie, volcans du Mexique, Quito (Équateur), E.; 21 octobre, San Francisco, L.; 26 novembre, Etna, E.; 6 décembre, Lago di Orta (Californie). — 1867, 2 janvier, Alger, Blidah (désastres), L.; 3 janvier, Spa, L.; 3 février, Argostoti (îles Ioniennes), L.; 23 février, Westmoreland (Angleterre), E.; 28 février, Torrevieja, L.; 7 mars, Smyrne, E.; 15 mars, lac Majeur, L.; 9 mai, Alger, Bagnères-de-Bigorre, L.; 1er juin, Açores, E.; 23 juin, Albano (États romains), E.; 31 juin, Java, L.; 23 juillet, Journabad (Caucase), E.; 8 novembre, Vésuve, E.; 20 novembre, Saint-Thomas, E.; 18 décembre, Amérique du Nord, E. — 1866, 28 janvier, Santorin, L.; 14 septembre, Paris et France centrale, C., A. — 1865, 31 janvier, Etna, E.; 19 mars, soulèvement d'une île (Carolines), L.

» Il était important de savoir si les coïncidences observées pendant la période 1865-1886, se produisaient avec la même exactitude dans les années antérieures. Grâce à la bienveillance de M. Bouquet de la Grye, nous avons pu consulter la collection de la *Connaissance des Temps* du Dépôt des Cartes et Plans de la Marine pour avoir les déclinaisons correspondant aux dates des principaux tremblements de terre de la période 1750-1860. La corrélation se maintient pour cette nouvelle période. Par exemple, on a :

» 1752. 16 janvier, Nice, E. — 1755. 1er novembre, grand tremblement de terre de Lisbonne, E. — 1783. 5 février, tremblement de terre de la Calabre, E.; 20 mars, Calabre, E.; 26 mars, Calabre, L. — 1804. 13 janvier, Malaga, Motil, C., L.; 21 janvier, Malaga, E. — 1808. 2 avril, vallée du Pô, E., C. — 1812. 26 mars, Caracas, E. — 1818. 23 février, Nice, E. — 1819. 16 juin, delta de l'Indus, E. — 1822. 19 février, Paris, L.; 9 juil-

let, Grenade, E.; 19 novembre, Chili, L., P. — 1823. 10 janvier, Carthagène, L. — 1826. 27 avril, Grenade, L. — 1827. 16 novembre, Bogota, E. — 1828. 2 février, Ischia, E.; 12 septembre, Grenade, E. — 1829. 21 mars, Valence, E. — 1835. 20 février, Chili, L. — 1836. 15 janvier, Gibraltar, L.; 30 janvier, Borso-Bellune, L. — 1837. 7 novembre, Chili, E., etc.

» Nous ajouterons que le signe des déclinaisons ne semble pas jouer un rôle prépondérant dans la distribution des secousses aux diverses latitudes. Les tremblements de terre paraissent se grouper de préférence autour des déclinaisons minimum et maximum de 18° à 19° et de 27° et 28°. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations du niveau de la Méditerranée, faites à Marseille le 23 février 1887, à l'instant du tremblement de terre.* Note de M. **Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye. (Extrait.)

« Le marégraphe installé à Marseille par le Service du nivellement général de la France donne des courbes dont les hauteurs sont réduites au dixième; chaque heure est représentée par une abscisse de 12^{mm} de longueur. Il s'ensuit que toute dénivellation dont la durée est de quelques minutes fournit une dentelure sur la sinusoïde tracée par le style.

» Or, à l'instant des secousses du tremblement de terre du 23 février, c'est-à-dire vers $5^h 50^m$ du matin, on n'aperçoit aucun relèvement sensible du trait. Il n'y a donc eu, à Marseille, aucune ondulation persistante; et si une lame a passé devant le port, elle n'a point fait sentir son action dans le puits, qui ne communique avec la mer que par un orifice étroit.

» Il ne paraît donc pas que le tremblement de terre dont il s'agit ait influé en rien, vu la régularité du tracé, sur le zéro du marégraphe, et cette constatation est très importante, puisque l'on sait que c'est au zéro de ce marégraphe que sera lié, en définitive, le nivellement du réseau français. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, en Suisse.* Note de M. **J.-L. Soret**, présentée par M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission.)

« Les nombreux documents qui m'ont été adressés, en ma qualité de membre de la Commission sismologique suisse, me permettent d'établir les faits suivants, relativement à l'heure des secousses (réduite au temps moyen de Paris, en retard de $15^m 15^s$ sur l'heure de Genève).

» L'ébranlement du sol à Genève a commencé vers $5^h 45^m 45^s$ du matin. Il s'est mani-

festé par des frémissements, des craquements, des bruits. Les oscillations proprement dites ont débuté vers 5^{h}42^{m}45^s et ont présenté deux accès principaux. La fin de l'ébranlement a eu lieu de 5^{h}43^{m}45^s à 5^{h}44^{m}30^s, selon les observateurs.

» Le fait le plus précis, c'est l'arrêt à 5^{h}42^{m}57^s des deux régulateurs de M. Ekegren, l'un des plus habiles fabricants de chronomètres de Genève. Ces deux horloges sont placées à angle droit l'une de l'autre; elles étaient rigoureusement comparées à l'heure astronomique à la seconde prise. On peut donc admettre comme certain qu'à cet instant les oscillations avaient déjà commencé.

» Une seconde secousse s'est produite quelques minutes plus tard; elle est fixée avec un peu moins de certitude, à 5^{h}52^{m}40^s. Une troisième secousse plus faible a été ressentie vers 8^{h}15^{m}15^s (fin de la secousse).

» D'après les renseignements, d'ailleurs peu précis, que j'ai pu recueillir, la première secousse, bien plus violente, a eu lieu à Nice, Menton, très près de 5^{h}40^m; donc un peu plutôt qu'à Genève.

» Les observations du R. P. Denza, à Moncalieri, donnent pour les trois secousses les moments suivants: 5^{h}41^{m}32^s; 5^{h}50^{m}32^s et 8^{h}12^{m}32^s; soit un peu plus tôt qu'à Genève.

» A Bâle, deux observations précises [arrêt d'un régulateur et indications du sismomètre (1)] fixent l'heure de la première secousse à 5^{h}43^{m}52^s et 5^{h}43^{m}53^s, soit un peu plus tard qu'à Genève.

» En somme, ces heures, comme celles que M. Forel a déjà signalées à l'Académie, diffèrent peu les unes des autres; elles montrent cependant que les secousses ont été ressenties plus tard au nord qu'au midi.

» Je n'entre dans aucun détail sur les effets de ces ébranlements; ces faits seront résumés plus tard. Je me borne à signaler qu'à Genève un petit nombre d'observateurs ont cru remarquer de légères secousses déjà le 22 février au soir, particulièrement vers 10^h.

» Les secousses du 24 au matin ont été extrêmement faibles sur la rive sud du lac Léman et dans tout le Chablais et le Faucigny (Thonon, Sixt, Chamonix). L'immunité de cette région avait déjà été observée, non pas toujours, mais lors de plusieurs tremblements antérieurs (1).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, à l'observatoire de Velletri.* Extrait d'une Lettre de M. **Galli** à M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission.)

« A l'observatoire de Physique terrestre de Velletri, il y a eu, dans le mois de février 1887, une série très remarquable de secousses microsismiques. L'accroissement du nombre de ces petits mouvements du sol a été surtout manifeste du 13 au 28 février. Le maximum très marqué s'est produit le 23 février. En outre, ce jour-là, les

(1) Voir la Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1130; 1881.

instruments de l'observatoire ont enregistré dix secousses plus fortes. La secousse principale a eu lieu à $5^h 45^m 35^s$: elle a été d'assez faible intensité, peu de personnes l'ont sentie; elle a été suivie d'un frémissement qui a duré trois minutes. Le tromomètre Bertelli a oscillé dans un plan est-ouest; l'angle décrit par le pendule long de $1^m,5$ a été de $0^\circ 4' 11''$. »

M. H. Cornillon adresse, par l'entremise de M. J. Vinot, divers documents relatifs aux tremblements de terre.

(Renvoi à la Commission.)

M. G. Dary appelle l'attention de l'Académie sur une Note qu'il lui a adressée le 19 octobre 1885, et qui avait pour titre « Des causes électriques des tremblements de terre ». D'après cette Note, les tremblements de terre seraient dus, en grande partie, aux résistances plus ou moins grandes que rencontrent les courants telluriques engendrés par la rotation de la Terre.

(Renvoi à la Commission.)

M. **A. Boillot** prie l'Académie de renvoyer à l'une des Commissions de prix pour l'année 1887 les diverses Notes qu'il a adressées, concernant l'application que peuvent recevoir ses appareils à ozone, pour la destruction des miasmes, des microbes, etc.

(Renvoi au concours de Médecine de la fondation Montyon.)

M. **J. Chamard** adresse, pour le concours du prix Benoît Fourneyron, une « Étude sur les progrès qui ont été réalisés depuis 1880 dans la navigation aérienne ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Van den Driesschen** adresse un complément à sa Communication sur le *Beri-Beri*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le IVe Volume des « Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon ». (Présenté par M. A. Milne-Edwards, au nom de M. Lortet.)

2° Le Tome I des « Travaux du laboratoire de Léon Frédéricq, 1885-1886 ». (Université de Liège, Institut de Physiologie.) (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

M. **Faye**, en présentant à l'Académie l'*Annuaire de l'observatoire de Rio Janeiro*, s'exprime ainsi :

« Notre illustre Associé S. M. l'Empereur du Brésil écrit que le Brésil contribuera à la description du ciel étoilé par la Photographie et que le Directeur de l'observatoire de Rio se rendra prochainement en Europe pour se rendre à l'invitation de l'Académie et de l'Amiral Mouchez.

» C'est au nom de Sa Majesté que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le troisième Volume de l'Annuaire brésilien pour l'année courante. Ce Volume est en progrès sur les précédents. Il contient des données nouvelles rangées dans un ordre parfait. On y remarquera un Tableau très précieux des températures moyennes et extrêmes d'un grand nombre de points importants du globe terrestre; d'excellentes Tables pour le calcul des nivellements barométriques; les coordonnées géographiques de 670 points de l'empire et celles de 100 points de la côte, depuis Bahia jusqu'à Rio; les positions de tous les phares; les données relatives au réseau des chemins de fer, etc. Cette publication, très bien conçue et très utile, fait honneur à l'observatoire de Rio et à son savant Directeur. »

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom des élèves de M. *de Lacaze-Duthiers*, un exemplaire de son portrait gravé, qu'ils viennent de lui offrir récemment.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions crémoniennes quadratiques.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. C. Jordan.

« Dans une Communication récente (13 décembre 1886), j'ai étudié, dans un cas tout particulier, les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe quadratique crémonien. Je me propose maintenant d'aborder le problème dans toute sa généralité, en conservant d'ailleurs les définitions et notations de mes deux dernières Communications (8 février et 13 décembre 1886).

» Tandis que, dans des recherches antérieures sur les groupes d'ordre fini, contenus dans les groupes quadratique et cubique Cremona [*Comptes*

rendus (1884 et 1885), *Journal de Mathématiques* (1885 et 1886)], j'opérais sur des substitutions, telles que les propriétés d'une substitution isolée étaient bien connues et que les propriétés des groupes étaient seules à étudier, pour les substitutions crémoniennes (birationnelles et de contact), tout était à chercher : propriétés d'une substitution isolée et propriétés des groupes. On connaissait bien (Mayer, *Mathematische Annalen*, t. VIII) certaines équations aux dérivées partielles auxquelles devaient satisfaire les fonctions $\varphi_i(x, u)$ et $\psi_i(x, u)$ pour que les substitutions, telles que

$$s = \left| \begin{matrix} x_i & \varphi_i(\overset{a}{x}, \overset{b}{u}) \\ u_i & \psi_i(\overset{c}{x}, \overset{d}{u}) \end{matrix} \right| = \left\{ \begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix} \right\},$$

fussent de contact; mais personne, à ma connaissance au moins, n'avait donné les conditions de birationnalité et la forme explicite de ψ_i et φ_i.

» Après les recherches relatives aux crémoniennes linéaires $(a, b, c, d \leq 1)$ [*Journal de Mathématiques* (1887)], on est tout naturellement amené aux crémoniennes quadratiques : $a, b, c, d \leq 2$. La présente Note donne les propriétés d'une substitution quadratique isolée; une Note ultérieure traitera de la construction des groupes quadratiques crémoniens et de la recherche des groupes d'ordre fini.

» Théorème I. — *Toute crémonienne quadratique, qui n'est pas crémonique, est un produit de deux ou de trois crémoniques.*

» Appelons *équivalente* à une crémonienne s toute crémonienne de la forme $\alpha s \beta$, où α et β sont des substitutions linéaires monistiques ou dualistiques.

» Théorème II. — *Toute crémonique quadratique est équivalente à l'une des trois substitutions quadratiques Cremona*

$$\zeta = \left| \begin{matrix} x_1 & x_2 x_3 \\ x_2 & x_3 x_1 \\ x_3 & x_1 x_2 \\ u_1 & x_1^2 u_1 \\ u_2 & x_2^2 u_2 \\ u_3 & x_3^2 u_3 \end{matrix} \right|, \qquad \varpi = \left| \begin{matrix} x_1 & x_1 x_2 \\ x_2 & x_1^2 \\ x_3 & x_2 x_3 \\ u_1 & -x_1 r_1 \\ u_2 & x_2^2 u_2 \\ u_3 & -x_1^2 u_3 \end{matrix} \right|, \qquad \rho = \left| \begin{matrix} x_1 & x_1 x_2 \\ x_2 & x_2^2 \\ x_3 & A \\ u_1 & x_2 r_2 \\ u_2 & x_1^2 u_3 - x_2^2 u_2 \\ u_3 & x_2^2 u_3 \end{matrix} \right|,$$

$$A = x_1^2 - x_2 x_3, \qquad A_i = \frac{\partial A}{\partial x_i}, \qquad r_i = (Au)_i, \qquad r_1 = A_2 u_3 - \ldots.$$

» Il résulte des deux propositions précédentes qu'on peut obtenir toute

crémonique ou crémonienne quadratiques en combinant ensemble les substitutions Crémona quadratiques avec des linéaires monistiques ou dualistiques. Ce résultat est à rapprocher du fait bien connu que toute substitution Cremona d'ordre quelconque est un produit de substitutions Cremona quadratiques et de collinéations (monistiques).

» Introduisons les substitutions linéaires

$$\mathrm{H}=\begin{vmatrix} x_1 & u_1 \\ x_2 & hu_3 \\ x_3 & hu_2 \\ u_1 & hx_1 \\ u_2 & x_3 \\ u_3 & x_2 \end{vmatrix},\qquad \mathrm{E}=\begin{vmatrix} x_1 & -u_1 \\ x_2 & u_3 \\ x_3 & u_2-\mathrm{E}'u_3 \\ u_1 & -x_1 \\ u_2 & \mathrm{E}'x_2+x_3 \\ u_3 & x_2 \end{vmatrix},$$

$$e=\begin{vmatrix} x_1 & u_1 \\ x_2 & u_3 \\ x_3 & u_2 \\ u_1 & x_1 \\ u_2 & x_3 \\ u_3 & x_2 \end{vmatrix},\qquad k=\begin{vmatrix} x_1 & x_1 \\ x_2 & -\frac{1}{4}\mathrm{K}^{-2}x_2 \\ x_3 & x_3 \\ u_1 & u_1 \\ u_2 & -4\mathrm{K}^2u_2 \\ u_3 & u_3 \end{vmatrix},\qquad k'=\begin{vmatrix} x_1 & -4\mathrm{K}^2x_1 \\ x_2 & 4\mathrm{K}^2x_2 \\ x_3 & x_3-x_2 \\ u_1 & u_1 \\ u_2 & -u_2-u_3 \\ u_3 & -4\mathrm{K}^2u_3 \end{vmatrix};$$

d'ailleurs,

$$\mathrm{H}=\mathrm{H}^{-1},\qquad e=e^{-1},\qquad \mathrm{E}=\mathrm{E}^{-1},$$

$$h,\mathrm{E}',\mathrm{K}=\text{const.},\qquad h, h^{-1}, \mathrm{K}, \mathrm{K}^{-1}, \mathrm{K}^2-1, \mathrm{E}'^{-1}\neq 0.$$

» Distinguons, d'après le théorème I, les crémoniennes *à deux* et *à trois composantes crémoniques*.

Théorème III. — *Toute crémonienne quadratique à* deux *composantes crémoniques est équivalente à l'une des quatre substitutions* canoniques *ci-dessous :*

$$\rho\mathrm{H}\rho=\begin{vmatrix} x_1 & hx_2u_3r_2 \\ x_2 & h^2x_2^2u_3^2 \\ x_3 & r_2^2-h^2u_3(x_1^2u_3-x_2^2u_2) \\ u_1 & -hx_2u_3(h^2x_1u_3+2r_2) \\ u_2 & r_2^2-h^2u_3^2\mathrm{A} \\ u_3 & h^2x_2^2u_3^2 \end{vmatrix},\qquad \rho\mathrm{E}\varpi=\begin{vmatrix} x_1 & -x_1u_3r_1 \\ x_2 & x_1^2u_3^2 \\ x_3 & r_1^2+u_3(x_2^2u_2+ex_1^2u_3) \\ u_1 & x_1u_3(x_2u_3+2r_1) \\ u_2 & r_1^2-u_3^2(ex_1^2+x_2x_3) \\ u_3 & x_1^2u_3^2 \end{vmatrix},$$

$$\varpi E \rho = \begin{vmatrix} x_1 & -x_2 u_3 r_2 \\ x_2 & r_2^2 \\ x_3 & u_3(x_1^2 u_3 - x_2^2 u_2 - e x_2^2 u_3) \\ u_1 & r_2(r_1 + 2 e x_2 u_3) \\ u_2 & u_3^2(e x_2^2 + A) \\ u_3 & -r_2^2 \end{vmatrix}, \qquad \varpi E \varpi = \begin{vmatrix} x_1 & -x_1 u_3 r_1 \\ x_2 & r_1^2 \\ x_3 & -u_3(x_2^2 u_2 + e x_1^2 u_3) \\ u_1 & -r_1(x_2 u_1 - 2 e x_1 u_3) \\ u_2 & u_3^2(e x_1^2 + x_2 x_3) \\ u_3 & -r_1^2 \end{vmatrix},$$

$$\rho H \rho = (\rho H \rho)^{-1}, \qquad (\varpi E \varpi)^{-1} = \varpi E \varpi, \qquad \rho E \varpi = (\varpi E \rho)^{-1}, \qquad \varpi E \rho = (\rho E \varpi)^{-1},$$

puisque

$$\varpi = \varpi^{-1}, \qquad \rho = \rho^{-1}.$$

» Théorème IV. — *Toute crémonienne quadratique à* TROIS *composantes crémoniques est équivalente à l'une des deux substitutions* CANONIQUES

$$\xi = \xi^{-1} = \rho e \varpi k e \rho, \qquad \pi = \pi^{-1} = \rho e \varpi e k' \varpi,$$

dont voici la forme :

$$\xi = \begin{vmatrix} x_1 & r_1 r_2 \\ x_2 & r_2^2 \\ x_3 & r_1^2 - 4K^2 u_3^2 A \\ u_1 & -2\mathfrak{u}_1 r_2 \\ u_2 & \mathfrak{u}_1^2 + 4K^2 u_3^2 \mathfrak{A} \\ u_3 & r_2^2 \end{vmatrix},$$

$$\mathfrak{A} = A - K^2 x_2^2, \qquad \mathfrak{A}_i = \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial x_i}, \qquad \mathfrak{u}_i = (\mathfrak{A} u)_i, \qquad \mathfrak{u}_1 = \mathfrak{A}_2 u_3 - \ldots;$$

$$\pi = \begin{vmatrix} x_1 & -r_1 r_2 \\ x_2 & r_1^2 \\ x_3 & r_2^2 - 4K^2 u_3^2 A \\ u_1 & 2 r_1 \mathfrak{u}_2 \\ u_2 & \mathfrak{u}_2^2 + 4K^2 u_3^2 \mathfrak{A} \\ u_3 & r_1^2 \end{vmatrix},$$

$\mathfrak{A} = A - K^2 x_1^2$, le reste comme pour ξ. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un genre particulier de transformations homographiques.* Note de Mlle L. **Bortniker**, présentée par M. Darboux.

« Dans deux articles : *Sur l'homographie de deux corps solides,* insérés au tome CI des *Comptes rendus,* M. Sylvester considère un genre particulier de transformation homographique, que l'on peut définir de la manière suivante : Étant données dans l'espace deux droites H et H_1, par un point variable M on mène la droite qui rencontre à la fois H et H_1 et l'on prend sur cette droite le point M', tel que le rapport anharmonique des points M, M' et des points h et h_1, où la droite rencontre H et H_1, soit une quantité constante k. Le point M' est l'homologue de M dans la transformation considérée, à laquelle M. Sylvester a donné le nom d'*homologie biaxiale.*

» Étant données deux figures homographiques quelconques, peut-on les déplacer de telle manière que l'une soit la transformée de l'autre par homologie biaxiale? Telle est la question que je me propose d'examiner.

» Si l'on choisit des axes rectangulaires, tels que les équations des deux droites prennent la forme

$$(\mathrm{H})\qquad \begin{cases} z-h = 0, \\ y-mx=0; \end{cases}$$

$$(\mathrm{H}_1)\qquad \begin{cases} z+h = 0, \\ y+mx=0, \end{cases}$$

les formules qui réalisent la transformation seront

$$(1)\qquad \begin{cases} \mathrm{X}=h\,(k+1)x+\dfrac{h}{m}(k-1)y, \\ \mathrm{Y}=hm(k-1)x+h\,(k+1)y, \\ \mathrm{Z}=h\,(k+1)z+h^2(k-1)t, \\ \mathrm{T}=(k-1)z+h\,(k+1)t; \end{cases}$$

x, y, z, t désignent les coordonnées du point M de la figure primitive (S) et X, Y, Z, T les coordonnées du point M' de la figure transformée (S'). Pour reconnaître si la transformation est la plus générale, nous allons, conformément à un résultat général dû à M. Richelot, essayer de ramener les formules (1) à la forme

$$\mathrm{X}=\lambda y,\qquad \mathrm{Y}=\mu x,\qquad \mathrm{Z}=\nu t;\qquad \mathrm{T}=\rho z;$$

x, y, z, t, X, Y, Z, T désignent les coordonnées de M et de M' par rapport à des systèmes rectangulaires d'axes, différents pour les deux figures.

» Si l'on transporte l'origine du trièdre (xyz) au point $\left[o, o - \frac{h(k+1)}{k-1}\right]$, celle du second trièdre au point $\left[o, o, \frac{h(k+1)}{k-1}\right]$, les deux dernières des formules (1) seront remplacées par les suivantes

$$Z' = -\frac{4h^2k}{k-1}t'; \qquad T' = (k-1)z'.$$

» Je vais poser

$$(2) \quad \begin{cases} X' = \quad X\cos\beta + Y\sin\beta, & x = x'\cos\alpha - y'\sin\alpha, \\ Y' = -X\sin\beta + Y\cos\beta, & y = x'\sin\alpha + y'\cos\alpha, \end{cases}$$

et je chercherai si l'on peut déterminer les angles α et β de telle sorte que les deux premières des formules (1) deviennent

$$X' = \lambda y'; \qquad Y' = \mu x'.$$

En remplaçant dans ces deux équations X, Y, x, y par leurs valeurs et en égalant à zéro dans la première le coefficient de x', dans la seconde celui de y', on a les deux équations suivantes :

$$(3) \quad \begin{cases} (k+1)\cos(\alpha-\beta) + (k-1)\left(\dfrac{\cos\beta\sin\alpha}{m} + m\sin\beta\cos\alpha\right) = 0, \\ (k+1)\cos(\alpha-\beta) - (k-1)\left(\dfrac{\sin\beta\cos\alpha}{m} + m\cos\beta\sin\alpha\right) = 0. \end{cases}$$

» En les retranchant, il vient $\sin(\alpha+\beta) = 0$; d'où : 1° $\alpha + \beta = 0$, 2° $\alpha + \beta = \pi$.

» Dans les deux cas on trouve

$$\operatorname{tang} 2\alpha = \frac{2m}{1-m^2}\,\frac{1+k}{1-k} = \frac{1+k}{1-k}\operatorname{tang}\omega,$$

ω désignant l'angle des deux droites.

» Les formules de transformation prennent la forme

$$(4) \qquad X = \lambda y, \qquad Y = \mu x, \qquad Z = \nu t, \qquad T = z.$$

» Les coefficients λ, μ, ν ont les valeurs suivantes :

$$\lambda = -\frac{h(k+1)}{k-1}\sin 2\alpha + h\left(\frac{\cos^2\alpha}{m} + m\sin^2\alpha\right);$$

$$\mu = \quad \frac{h(k+1)}{k-1}\sin 2\alpha + h\left(\frac{\sin^2\alpha}{m} + m\cos^2\alpha\right);$$

$$\nu = -\frac{4h^2k}{(k-1)^2};$$

d'où l'on déduit facilement la relation

$$\nu = \lambda\mu.$$

» On voit que les coefficients λ, μ, ν ne sont pas indépendants. La transformation homographique considérée n'est donc pas générale.

» On peut se donner les formules de transformation (4), c'est-à-dire les coefficients λ et μ, et chercher les systèmes de droites qui correspondent à ces valeurs. Comme on a deux relations seulement entre h, μ, λ, ν, ω, on prévoit que l'on pourra réaliser la même déformation homographique par une infinité d'homologies biaxiales.

» Donnons-nous arbitrairement l'angle ω. En posant $\lambda + \mu = s$; $\lambda - \mu = d$, on trouve

$$h = \frac{s}{2}\sin\omega, \qquad \frac{1+k}{1-k} = \pm\frac{\sqrt{d^2 - s^2\sin^2\omega}}{s\sin\omega}.$$

» Si λ et μ sont de même signe, $\cos\omega$ peut varier entre $+\frac{d}{s}$ et $-\frac{d}{s}$.

» Pour les valeurs limites de ω, on trouve $k = -1$,, valeur qui correspond au cas où la relation homographique devient involutive.

» Si λ et μ sont de signes contraires, l'angle ω peut varier de 0 à π; les valeurs 0 et π correspondent aux cas où les deux droites se rapprochent indéfiniment.

» En faisant tourner la figure (S′) de 180° autour de l'un des axes Ox, Oy, on change évidemment le signe d'un des coefficients λ, μ. Il y a donc deux séries différentes d'homologies biaxiales donnant les mêmes figures transformées qu'une homologie biaxiale donnée. »

Remarques sur la Communication précédente; par M. G. Darboux.

« On peut aussi établir de la manière suivante le résultat obtenu par Mlle Bortniker :

Soient (S) et (s) deux figures homographiques. D'après le théorème de M. Richelot, les formules qui établissent la relation entre les deux figures peuvent être ramenées à la forme

$$(1) \qquad X = \frac{\lambda y}{z}, \qquad Y = \frac{\mu x}{z}, \qquad Z = \frac{\nu}{z},$$

X, Y, Z désignant les coordonnées rectangulaires d'un point quelconque M

de la figure (S), rapportées à des axes OX, OY, OZ convenablement choisis dans cette figure; et x, y, z désignant les coordonnées du point correspondant m de la figure (s), rapportées à des axes rectangulaires $o'x$, $o'y$, $o'z$, différents des premiers et convenablement choisis dans la figure (s). On peut évidemment supposer que les deux trièdres OXYZ, $o'xyz$ aient le même sens de rotation.

» Les coordonnées X_1, Y_1, Z_1 du point m de la figure (s) par rapport aux axes OX, OY, OZ sont définies par les formules

$$(2)\qquad \begin{cases} X_1 = \alpha x + \beta y + \gamma z + h, \\ Y_1 = \alpha' x + \beta' y + \gamma' z + k, \\ Z_1 = \alpha'' x + \beta'' y + \gamma'' z + l, \end{cases}$$

où α, β, γ, ... sont les neuf cosinus liés par des relations bien connues, et où h, k, l désignent les coordonnées du sommet o' par rapport aux axes OX, OY, OZ. Si l'on suppose que la position relative de (s) par rapport à (S) puisse changer, les formules précédentes contiendront six arbitraires.

» En vertu des formules (1) et (2), les points doubles de l'homographie, dans une position déterminée de (s) par rapport à (S), sont définis par les équations

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{\lambda y}{z} = \alpha x + \beta y + \gamma z + h, \\ \dfrac{\mu x}{z} = \alpha' x + \beta' y + \gamma' z + k, \\ \dfrac{\nu}{z} = \alpha'' x + \beta'' y + \gamma'' z + l; \end{cases}$$

d'où l'on déduit, par l'élimination de x et de y, une équation du quatrième degré en z,

$$z^4 + \ldots + \lambda\mu\nu = 0,$$

qui définira, en général, les quatre points doubles de l'homographie. Il est à remarquer que, d'après sa forme, elle ne sera jamais vérifiée identiquement.

» Or, on peut évidemment caractériser l'*homologie biaxiale* de M. Sylvester en remarquant qu'elle est une transformation dans laquelle il y a une infinité de points doubles distribués sur deux droites; et, comme l'équation en z ne se présente jamais sous une forme indéterminée, il ne pourra y avoir une infinité de points doubles distribués sur deux droites que si les

trois équations (3), qui font connaître les valeurs de x et de y correspondantes à la valeur de z, sont indéterminées et se réduisent à une seule, et cela pour deux valeurs distinctes de z.

» Ainsi, tous les mineurs du déterminant

$$\begin{vmatrix} \alpha & \beta - \frac{\lambda}{z} & \gamma z + h \\ \alpha' - \frac{\mu}{z} & \beta' & \gamma' z + k \\ \alpha'' & \beta'' & \gamma'' z + l - \frac{\nu}{z} \end{vmatrix}$$

doivent s'annuler pour deux valeurs différentes données à z. Par suite, ceux de ces mineurs qui sont du premier degré en z s'annuleront identiquement; et, si l'on tient compte des relations entre les neuf cosinus, un calcul facile conduira aux conditions suivantes :

$$(4) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \alpha'' = \beta'' = \gamma = \gamma' = h = k = 0, \\ \gamma'' = \varepsilon, \qquad \beta' = \varepsilon\alpha, \qquad \alpha' = -\varepsilon\beta, \\ \alpha^2 + \beta^2 = 1, \end{array} \right.$$

dans lesquelles ε désigne l'unité, positive ou négative.

» De plus, les deux équations

$$\begin{array}{l} \varepsilon z^2 - \beta(\lambda\varepsilon - \mu)z - \lambda\mu = 0, \\ \varepsilon z^2 + lz \qquad\qquad\quad - \nu \;\; = 0 \end{array}$$

devront avoir les mêmes racines, ce qui donne

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \lambda\mu = \nu, \\ l \;\; = -\beta(\lambda\varepsilon - \mu). \end{array} \right.$$

» La première de ces équations est celle qui a été donnée par M[lle] Bortniker. Elle résout complètement la question, en montrant que l'homologie biaxiale ne peut réaliser la déformation homographique la plus générale, dans laquelle λ, μ, ν restent tout à fait arbitraires. On voit aussi que, si la première des relations (5) est vérifiée, il y aura une infinité de positions de la figure (s) dans lesquelles elle se déduira de (S) par une homologie biaxiale. Ces positions formeront deux séries et dépendront d'un paramètre arbitraire.

» Le lieu géométrique d'un point quelconque de (s), dans toutes les positions que peut prendre cette figure, se composera de deux ellipses ayant leur centre sur OZ et se projetant suivant un cercle sur le plan des

XY. On retrouve ainsi un cas particulier de ces mouvements d'une figure invariable que j'ai étudiés dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 118), et pour lesquels tous les points de la figure mobile décrivent des ellipses.

» Si l'on considère la transformation homographique la plus générale, dans laquelle λ, μ, ν ont des valeurs quelconques, la première des formules (5) n'est pas vérifiée; mais on peut satisfaire à cette condition, en soumettant, soit (S), soit (s), à une transformation homothétique convenablement choisie. Par suite, *on réalise la transformation homographique la plus générale en faisant suivre ou précéder d'une transformation homothétique la transformation homologique de M. Sylvester.*

» On peut signaler encore la proposition suivante, dont la démonstration est facile :

» *Étant donnée une transformation homographique, si les génératrices rectilignes de l'un des systèmes d'une surface du second degré se correspondent à elles-mêmes, la transformation est une homologie biaxiale, dont les deux axes appartiennent à l'autre système de génératrices de la surface.*

» D'après cela, considérons une homologie biaxiale, dont les deux axes (H), (H_1) aient pour plus courte distance la droite (Δ); et soit (P) l'un quelconque des paraboloïdes qui contiennent (H), (H_1) et (Δ). Par le sommet de ce paraboloïde, situé sur (Δ), passe une seconde génératrice rectiligne (D), qui est, comme (Δ), un axe de symétrie de la surface; et les génératrices qui coupent (H), (H_1) rencontrent aussi (D) et lui sont normales. Par suite, ces génératrices, qui sont à elles-mêmes leurs propres homologues dans l'homologie considérée, ne cessent pas de coïncider avec elles-mêmes, si l'on imprime au paraboloïde une rotation de 180°, ou un *renversement,* autour de (D). Si l'on combine l'homologie biaxiale primitive avec ce renversement, on aura comme résultat une nouvelle transformation homographique dans laquelle les génératrices d'un système de (P) ne cessent pas de se correspondre à elles-mêmes, et qui sera, par conséquent, une nouvelle homologie biaxiale.

» Les droites (D) dépendent d'un paramètre variable et forment un conoïde droit du troisième degré, contenant (H), (H_1) et ayant pour axe (Δ). Puisqu'on peut imprimer à la figure (s) un déplacement dépendant d'un paramètre variable, sans qu'elle cesse d'être en relation homologique avec (S), il est clair que l'homologie biaxiale combinée avec des déplacements peut donner naissance à une transformation contenant au plus

quatorze constantes, soit une de moins que n'en comporte l'homographie la plus générale. On retrouve ainsi une nouvelle réponse [1] à la question qu'avaient posée les belles recherches de l'illustre géomètre anglais. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations des spectres d'absorption du didyme.* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de faire récemment à l'Académie [2], j'ai montré que, parmi les bandes d'absorption des composés cristallisés du didyme, un certain nombre de celles-ci présentaient, dans leurs *directions principales d'absorption*, des différences qui paraissaient révéler l'existence d'autant de matières distinctes.

» Des observations d'un autre ordre conduisent aux mêmes conclusions. Quand on compare l'un à l'autre les spectres d'absorption de différents cristaux naturels ou artificiels, contenant du didyme à l'état de combinaisons diverses (parisite, monazite, apatite, schéelite, strontianite d'Écosse, leucophane, sulfate de didyme, azotates doubles de didyme ou de lanthane avec la potasse, l'ammoniaque, le zinc, etc.), on reconnaît qu'un grand nombre de bandes, dont l'aspect est caractéristique, subsistent dans ces spectres; mais leurs distances relatives, ou les longueurs d'onde des radiations observées, varient d'un corps à l'autre. En comparant deux à deux les spectres de ces cristaux, on voit, par exemple, toute une série de bandes déplacée dans un sens, tandis qu'une autre série est restée fixe; ces séries varient du reste d'un corps à l'autre, de sorte que presque toutes les bandes sont individuellement déplacées de quantités variables dans un sens ou dans l'autre.

» Parfois certaines bandes manquent, les substances qui les produisent ayant été éliminées, soit dans les cristaux naturels, soit par les opérations chimiques à la suite desquelles ont été obtenues les matières étudiées.

» Des variations du même ordre s'observent lorsqu'on dissout dans l'eau un des cristaux artificiels cités plus haut. Dans ce cas, on peut, avant de dissoudre le cristal, repérer toutes ses bandes d'absorption et chercher à les retrouver toutes dans la dissolution. Comme, dans celle-ci, on observe la superposition des différents spectres principaux d'absorption du

---

(1) On en obtiendrait une autre encore en remarquant que l'on peut déplacer le système des deux droites (H), (H_1) de manière à faire coïncider (H) avec (H_1) et (H_1) avec (H).

(2) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 165; 1887.

cristal, les bandes qui, dans le cristal, disparaissent pour certaines directions des vibrations lumineuses seront plus ou moins affaiblies dans le spectre de la dissolution; en outre, certaines bandes pourront perdre leur netteté par suite de la juxtaposition de plusieurs bandes voisines appartenant à des spectres principaux différents. Sauf ces modifications, généralement faciles à reconnaître, on retrouve dans la dissolution les bandes principales observées dans le cristal; mais, parmi ces bandes, les unes restent fixes, les autres sont inégalement déplacées dans un sens ou dans l'autre.

» Le Tableau suivant contient, à titre d'exemple, les longueurs d'onde approchées de quelques-unes des bandes d'absorption qui offrent les variations les plus nettes entre les spectres des cristaux et ceux de leurs dissolutions concentrées dans l'eau. Dans ce Tableau, ne figurent pas les bandes de la région rouge, non plus que les bandes nombreuses du groupe caractéristique voisin de D entre les longueurs d'onde 598 et 574, pour lesquelles la multiplicité des bandes voisines ne permet pas de suivre avec la même netteté le déplacement de chacune d'elles.

Sulfate de didyme			Azotate double de didyme et de potasse			Azotate double de lanthane et de potasse			
cristallisé.	dissous.	$d\lambda$.	cristallisé.	dissous.	$d\lambda$.	cristallisé.	dissous.	$d\lambda$.	Observations.
571,7	571,7	0	572,4	571,0	+1,4	568,6	571,0	−2,4	
534,2	533,5	0	534,2	533,5	0	»	»	»	
532,0	532,0		532,0	532,0					
531,0	»	»	529,5	529,5	0	»	»	»	
»	»	»	525,1	523,9	+1,2	»	»	»	Néodyme.
524,8	522,5	+1,8	523,8	521,4	+1,8	523,8	523,2	+0,6	
523,8			522,7			522,7	521,4	+1,3	
521,6	520,4	+1,2	521,3	520,5	+0,8	521,5	520,5	+1,0	
511,5	511,5	0	511,5	511,5	0	511,0	510,5	0	
»	509,0	»	509,0	509,0	0	509,5			
482,3	481,9	+0,4	483,2	481,9	+1,3	480,0	481,9	−1,9	Praséodyme.
477,0	475,5	+1,3	474,0	475,5	−1,5	»	»	»	
476,6									
470,0	469,0	+1,0	470,2	469,0	+1,2	467,8	469,0	−1,2	Praséodyme.
446,5	444,7	+1,8	445,0	445,0	0	»	445,0	»	Praséodyme.
428,5	427,0	+1,5	428,5	427,0	+1,5	»	427,0	»	Néodyme.

» Les mêmes variations ne s'observent pas avec des corps bien déterminés; ainsi, avec les divers composés de l'uranium, toute modification qui, par suite d'une combinaison chimique ou de la dissolution de cristaux, affecte une des bandes, affecte en même temps toutes les autres de la même manière. Il en est de même lorsqu'on dissout certaines matières

colorantes dans des dissolvants variés : toutes les bandes sont déplacées à la fois dans le même sens.

» Les phénomènes présentés par le didyme s'expliqueraient, si l'on admettait que chacune des bandes variables appartient à une substance différente. Si, dans les diverses combinaisons, chacune de ces substances se comporte différemment; si chacune, à l'état de sulfate ou d'azotate, s'hydrate plus ou moins suivant qu'elle est en présence d'un sel ou d'un autre, on voit que les bandes correspondantes devront subir des modifications individuelles analogues à celles qu'on observe. Il importe d'ajouter que ce sont précisément des différences de cet ordre dans leurs propriétés chimiques qui ont permis de séparer plusieurs groupes de ces matières.

» L'observation des déplacements inégaux des bandes dans les conditions indiquées plus haut fournit donc une *méthode permettant de caractériser des substances chimiquement différentes*.

» On reconnaît ainsi que la plupart des bandes rapportées dans le Tableau qui précède peuvent être attribuées à des substances différentes, en particulier, les trois bandes du praséodyme, 481,9, 469,0 ([1]), 445,0, le groupe 475,5, puis les bandes du néodyme 571, 523,9, 521,4, 520,5, 511, 5, 427,0, sans compter d'autres bandes de la région rouge et du groupe voisin de D; ces longueurs d'onde sont relatives à la dissolution de l'azotate. On remarque que les spectres des dissolutions des divers azotates doubles sont tous identiques, bien que les spectres des cristaux de ces azotates doubles présentent de très notables différences; il semble que la double combinaison soit détruite dans la dissolution. Les bandes qui viennent d'être énumérées sont précisément celles qui, dans les cristaux, ont des directions principales d'absorption particulières, et dont plusieurs groupes ont été séparés chimiquement.

» Ces bandes présentent donc à la fois une sorte d'individualité cristallographique et une individualité chimique; toutefois, on ne saurait encore décider si les matières qui les produisent sont bien réellement toutes des corps simples distincts. Il n'est pas douteux que les bandes d'absorption signalées soient dues à des matières présentant un certain nombre des propriétés qui caractérisent les corps simples; mais il se pourrait également qu'un certain nombre de ces matières fussent des combinaisons

---

([1]) Dans une Note récente, M. Demarçay a été conduit à admettre l'existence d'un corps caractérisé par la bande $\lambda = 469$, dont j'avais signalé antérieurement l'individualité propre, d'après ses directions principales d'absorption.

diverses d'une même substance soit avec un autre corps, soit avec elle-même, et que ces combinaisons fussent assez stables pour que l'on n'ait pu jusqu'ici transformer l'une dans l'autre. Dans ce cas, les variations des propriétés absorbantes seraient tout à fait analogues à celles que j'ai signalées pour les composés uraneux et uraniques. Enfin, il convient d'observer que les longueurs d'onde des bandes caractéristiques de ces substances différentes offrent entre elles certaines relations qui semblent les rattacher à une origine commune. Je me propose de revenir prochainement sur cette question, quand j'indiquerai les résultats de la comparaison des spectres principaux d'absorption de divers cristaux. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique d'une dissolution saline.* Note de M. P. **Duhem**, présentée par M. Debray.

« La méthode que j'ai employée pour trouver l'expression de la chaleur de dissolution d'un sel conduit aussi à l'expression de la chaleur spécifique de la dissolution.

» Si l'on désigne par γ la chaleur spécifique d'une dissolution formée d'un poids m_1 de sel et d'un poids m_2 d'eau, γ est donné par la formule

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &(m_1 + m_2)\gamma = m_1 c_1 + m_2 c_2 \\ &\qquad - \mathrm{AT}\frac{\partial^2}{\partial \mathrm{T}^2}\left[m_1 \int_0^h \varphi \frac{\partial p(h,\mathrm{T})}{\partial h}\,dh + m_2 \int_s^{\mathrm{S}} \frac{\varphi}{s}\frac{\partial p(s,\mathrm{T})}{\partial s}\,ds \right]. \end{aligned} \right.$$

Dans cette formule $h = \frac{m_2}{m_1}$; les autres lettres ont la même signification que dans ma précédente Communication.

» Cette formule montre que l'on peut calculer la différence qui existe entre la chaleur spécifique de la dissolution et la chaleur spécifique que l'on déterminerait au moyen de la règle des mélanges, en supposant que chacun des deux corps mélangés garde la même chaleur spécifique qu'à l'état de pureté lorsqu'on connaît :

» 1° La loi qui lie la tension de vapeur émise par la dissolution à la composition de la dissolution et à la température;

» 2° La loi qui lie le volume de la vapeur d'eau à la pression et à la température;

» 3° La loi de solubilité du sel.

» Pour les sels qui suivent la loi de Von Babo, cette formule conduit à

un résultat intéressant : la chaleur spécifique de la dissolution est égale à celle que l'on déterminerait d'après la règle des mélanges, en supposant que les corps mélangés aient la même chaleur spécifique dans le mélange et à l'état de pureté.

» D'après la formule (1) et d'après les formules que j'ai données dans ma précédente Communication, la formule donnée par M. G. Kirchhoff pour la capacité calorifique d'un système complexe formé d'un sel solide et d'une dissolution saturée, formule que j'ai rappelée sous le n° (2) dans ma précédente Communication, doit être remplacée par la formule suivante

$$(2) \qquad C = c_2 + Hm_2\left[c_1 - \frac{ART}{\varpi}\frac{\partial^2}{\partial T^2}\left(\log\frac{P}{\Pi}\right) - \frac{ART^2}{\varpi}\frac{\partial \log P}{\partial S}\left(\frac{d\log S}{dT}\right)^2\right],$$

dans laquelle $H = \frac{1}{S}$.

» Cette formule diffère de celle de M. Kirchhoff par la présence du terme

$$-\frac{ARHT^2 m_2}{\varpi}\frac{\partial \log P}{\partial S}\left(\frac{d\log S}{dT}\right)^2,$$

qui est positif pour tous les corps, sauf pour ceux dont la solubilité serait indépendante de la température. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une pile étalon.* Note de M. GOUY.

« On peut employer avec avantage, comme étalon de force électromotrice, un élément formé de zinc, sulfate de zinc, mercure et bioxyde de mercure. La forme la plus convenable est celle d'un flacon dont le fond est occupé par le mercure, en couche de $0^m,02$ ou $0^m,03$; un fil de platine scellé dans un tube de verre y pénètre et forme le pôle positif. Le mercure est recouvert d'une couche mince de bioxyde de mercure, et le flacon est rempli de la solution de sulfate de zinc, dans laquelle plonge un bâton de zinc. On peut rendre l'élément transportable, en enfermant le zinc dans un tube de verre percé d'une très petite ouverture, ou fermé par un fragment de terre poreuse. Ce dispositif donne à l'élément une assez grande résistance, ce qui paraît avantageux dans la pratique.

» Le zinc distillé pur et le sulfate de zinc pur du commerce peuvent être employés [1]; il est préférable que le zinc soit amalgamé. Le mercure

[1] Le très petit excès d'acide que contient souvent le sulfate de zinc forme du sul-

doit être purifié par digestion avec l'acide azotique étendu, soigneusement lavé et filtré. Le bioxyde de mercure jaune, préparé par voie humide, au moyen du bichlorure et de la potasse, paraît le plus convenable; le bioxyde préparé par voie sèche donne des résultats très peu différents, mais un peu moins réguliers.

» Avec des produits de diverses origines, on obtient une concordance satisfaisante, à $\frac{1}{1000}$ près. Toutefois, les éléments ne prennent leur force électromotrice normale qu'après un délai de quelques jours, qui paraît nécessaire pour amener le mercure à un état défini. Tant que cet état n'est pas atteint, l'agitation, en renouvelant la surface du mercure, fait varier la force électromotrice, ce qui n'arrive plus par la suite. Le renouvellement ou la réamalgamation du zinc ne produit qu'un effet très peu sensible, qui disparaît au bout de quelques minutes.

» Les éléments peuvent être hermétiquement fermés ou laissés à l'air libre, sans différence appréciable. Ils ne paraissent pas s'altérer avec le temps; du moins nous possédons plusieurs éléments scellés, construits depuis trois mois, qui sont exactement comparables aux éléments de construction récente.

» La force électromotrice diminue quand la température s'élève; cette variation très petite a été comprise, dans diverses expériences, entre $\frac{2}{1000}$ et $\frac{4}{1000}$ pour l'intervalle de 0° à 30°, soit environ $\frac{1}{10000}$ par degré. On peut donc négliger toute correction de température, dans les limites usuelles, et attribuer à l'élément la valeur qu'il possède à 15°.

» La force électromotrice est très sensiblement indépendante de la densité de la solution de sulfate de zinc, dès que celle-ci dépasse 1,02; pour des solutions plus étendues, elle diminue un peu. Une solution de densité 1,06, correspondant à une teneur de 10 pour 100 en sulfate cristallisé, paraît la plus convenable, et a été généralement employée.

» La polarisation de ces éléments a été l'objet d'une attention particulière. Pour de faibles débits, ne dépassant pas $\frac{1}{1000}$ d'ampère, la polarisation se dissipe rapidement dès que le circuit est ouvert. Ainsi, par exemple, un élément de dimensions moyennes ($0^m,06$ de diamètre), fermé depuis quelques heures sur une résistance totale de 1000 ohms, est assez fortement polarisé; le circuit étant ouvert, la polarisation tombe à $\frac{1}{1000}$ en cinq minutes. Dans l'emploi des méthodes de réduction à zéro, en ne fermant

---

fate basique de mercure $3HgO, SO^3$, qui donne exactement la même force électromotrice que le bioxyde, et peut même être employé seul.

le circuit que le temps nécessaire pour voir l'impulsion du galvanomètre, aucune polarisation sensible ne se produit, même avec des circuits de quelques centaines d'ohms seulement. On peut d'ailleurs se mettre à l'abri de toute polarisation permanente produite par une fermeture accidentelle, en donnant à l'élément une résistance intérieure d'un millier d'ohms, ce qui ne diminue guère, en général, la précision des mesures. Ces éléments étalons se prêtent donc aux mesures galvanométriques aussi bien qu'aux mesures faites avec l'électromètre.

» La force électromotrice a été mesurée en opposant l'élément aux deux extrémités d'une résistance connue, maintenue à température constante, et traversée par un courant dont la valeur absolue est mesurée par électrolyse ; elle est, en volts légaux, très voisine de 1,39. Le chiffre des millièmes exige une vérification, et sera donné par la suite.

» Ces éléments sont aussi d'un bon usage pour la charge des électromètres. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'application du pouvoir rotatoire à l'étude de certains composés qui se produisent dans les solutions d'acide tartrique.* Note de M. D. **Gernez**, présentée par M. Debray.

« Biot a reconnu que l'acide borique, bien que dénué d'action sur la lumière polarisée, peut cependant changer la loi de dispersion des plans de polarisation que présentent les solutions aqueuses d'acide tartrique droit et rendre jusqu'à quatre fois plus grand le pouvoir rotatoire de cette substance ([1]). M. Pasteur a trouvé que l'acide tartrique gauche et les acides maliques éprouvent les mêmes effets. Les lois suivant lesquelles varie le pouvoir rotatoire dans ces mélanges complexes ont été, de la part de Biot, l'objet de longues et patientes recherches qu'il poursuivit jusque dans ses dernières années ; les mesures qu'il effectua sur des solutions de composition variable l'ont conduit à admettre l'existence de « combinaisons moléculaires en proportions continûment variables qui s'opèrent invisiblement dans des milieux liquides, sans qu'aucune de leurs parties se sépare de l'ensemble ([2]). »

» Il m'a paru intéressant de chercher s'il n'y aurait pas moyen d'éluci-

([1]) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XVI, p. 259 (1837).
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIX, p. 206 (1860).

der cette question de l'existence de combinaisons chimiques en proportions continûment variables, par une étude analogue à celle de Biot appliquée à des solutions dans lesquelles des effets de dissociation risquaient moins de masquer le phénomène principal.

» Des expériences préliminaires m'ont conduit à reconnaître qu'il est des substances sans action propre sur la lumière polarisée et qui ont, comme l'acide borique, la propriété de faire disparaître les anomalies de la loi de dispersion des acides tartriques et maliques et d'augmenter la valeur absolue de leur pouvoir rotatoire dans des proportions tout à fait inattendues; tels sont les composés de la classe des amides : formamide, acétamide, urée, etc.; des acides, tels que les acides arsénique, arsénieux, molybdique et antimonique; des sels, tels que les arséniates, les molybdates et les tungstates alcalins. C'est ainsi, par exemple, que le molybdate de soude, ajouté à une solution aqueuse d'acide tartrique, peut rendre son pouvoir rotatoire plus de trente-cinq fois plus grand et le molybdate d'ammoniaque plus de cinquante fois plus grand. Cette augmentation du pouvoir rotatoire, qui est variable avec le temps, lorsqu'il s'agit de l'acide arsénique, est définitive dès les premiers instants lorsqu'on emploie les molybdates alcalins. Ce sont surtout ces composés que j'ai employés pour l'étude que j'avais en vue : la grandeur des quantités à mesurer, la précision avec laquelle l'appareil à pénombres de M. Laurent se prête aux mesures des pouvoirs rotatoires pour la lumière sensiblement monochromatique du sodium, une légère modification que j'ai apportée à la disposition des tubes qui reçoivent les liquides (¹), enfin la grande solubilité des molybdates alcalins dans les solutions aqueuses d'acide tartrique m'ont permis de réaliser assez facilement des expériences précises jusqu'aux limites où leur discussion présente de l'intérêt.

» Pour rendre plus facile l'interprétation des résultats et simplifier les calculs, j'ai préparé des séries de dissolutions qui, pour une quantité constante d'acide tartrique droit, contiennent, sous le même volume et à la même température, des quantités de l'autre substance représentant, par rapport au poids employé d'acide tartrique, des fractions simples et graduellement croissantes d'équivalent du corps inactif.

(¹) Au lieu de faire usage des tubes classiques en verre épais montés dans une enveloppe de laiton facilement attaquée par les acides et qui, outre leur prix élevé, ont l'inconvénient de ne pas laisser le liquide prendre facilement la température ambiante, j'ai employé des tubes de verre mince présentant à leurs extrémités un rebord contre lequel s'appuie un disque de glace maintenu par une simple bague en caoutchouc.

» Le Tableau suivant contient les résultats d'une série d'expériences effectuées à la température de 17° sur des solutions contenant toutes $1^{gr},250$ d'acide tartrique droit, additionnées de quantités croissantes de molybdate de soude, depuis $\frac{1}{24}$ d'équivalent jusqu'à $7^{éq}$, et d'eau distillée en quantité telle que les volumes des divers liquides étaient amenés à 50^{cc}. Les rotations ont été observées à l'aide d'un tube dont la longueur est de $105^{mm},7$. La solution d'acide tartrique sans addition de molybdate de soude présentait une rotation de 0°21′.

Quantités de molybdate de soude	$0^{gr},084$	$0^{gr},168$	$0^{gr},336$	$0^{gr},504$	$0^{gr},672$	$0^{gr},840$	$1^{gr},008$	$1^{gr},176$	$1^{gr},344$	$1^{gr},512$	$1^{gr},680$	$1^{gr},849$
Rotations	0°50′	1°21′	2°22′	3°23′	4°25′	5°26′	6°26′	7°37′	8°49′	10°8′	11°30′	12°39′
Equivalents de ce sel pour $1^{éq}$ d'acide tartrique	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{2}{12}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{4}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{6}{12}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{9}{12}$	$\frac{10}{12}$	$\frac{11}{12}$
Différences des rotations	29′	31′	61′	61′	62′	61′	60′	71′	72′	79′	82′	69′
Quantités de molybdate de soude	$2^{gr},017$	$2^{gr},187$	$2^{gr},353$	$2^{gr},521$	$3^{gr},024$	$4^{gr},033$	$5^{gr},042$	$6^{gr},048$	$8^{gr},066$	$10^{gr},084$	$12^{gr},100$	$14^{gr},117$
Rotations	13°39′	13°33′	13°33′	13°31′	13°21′	13°11′	12°57′	12°44′	12°30′	12°1′	11°45′	11°10′
Equivalents de ce sel pour $1^{éq}$ d'acide tartrique	$\frac{12}{12}=1$	$\frac{13}{12}$	$\frac{14}{12}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{18}{12}=1,5$	2	2,5	3	4	5	6	7
Différences des rotations	−60′	−6′	0	−2′	−10′	−10′	−14′	−13′	−14′	−29′	−16′	−25′

» L'inspection de ces nombres conduit à l'interprétation suivante :

» 1° Lorsque l'acide tartrique et le molybdate de soude se trouvent dans la solution à équivalents égaux, il y a formation d'une substance dont le pouvoir rotatoire est de 37,57 fois celui de l'acide tartrique ; la combinaison formée aurait pour composition $C^8H^6O^{12}, NaO MoO^3$.

» 2° On s'explique alors facilement que, dans les solutions qui pour le même poids d'acide tartrique contiennent moins de molybdate de soude, la rotation soit rigoureusement proportionnelle au poids de la substance inactive employée jusqu'à ce que la solution contienne $\frac{1}{2}$ équivalent, et à peine plus grande au delà jusqu'à $1^{éq}$.

» 3° L'addition de molybdate de soude à la solution qui contient déjà équivalents égaux des deux substances produit des effets à peine appréciables, même pour une addition de $\frac{1}{2}$ équivalent, et très faible lorsqu'on introduit dans le même volume de liquide jusqu'à $7^{éq}$ de molybdate de soude. On peut admettre que la combinaison produite est assez stable pour persister dans ces conditions.

» J'indiquerai ultérieurement les résultats de mes expériences sur d'autres substances. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une méthode générale de formation des manganites à partir des permanganates.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« Le permanganate de potasse, chauffé pendant quelque temps à 240°, se transforme, comme l'a montré P. Thenard, en manganate de potasse et en bioxyde de manganèse, d'après l'équation

$$Mn^2O^7, KO = MnO^3, KO + MnO^2 + O^2.$$

» J'ai reconnu que, sous l'action prolongée de la chaleur, le bioxyde de manganèse réagit à son tour sur le manganate; celui-ci disparaît complètement après sept heures de chauffe à 240°. La vitesse de cette réaction consécutive croît avec la température, conformément à une loi générale découverte par M. Berthelot; elle s'accomplit en quatre heures à 280°, en une heure à 320°, et en trente minutes au rouge sombre.

» On obtient ainsi une poudre d'un noir brunâtre, formée de cristaux microscopiques, souvent agrégés en masses volumineuses. Elle présente une réaction fortement alcaline et attire l'humidité atmosphérique avec une grande énergie : un échantillon de $3^{gr},488$, pesé à l'air libre sur le plateau d'une balance, avait absorbé $0^{gr},032$ d'eau au bout de dix minutes. L'augmentation de poids était de $0^{gr},097$ après une demi-heure, de $0^{gr},247$ après une heure et demie, de $0^{gr},355$ en trois heures; elle atteignait $1^{gr},077$ après vingt-quatre heures et $1^{gr},602$ après quarante-huit heures. Cette expérience montre nettement que la potasse libre préexiste dans le produit de la calcination du permanganate en vase clos, antérieurement à tout lavage.

» La mise en liberté de l'alcali correspond à la formation corrélative d'un polymanganite; dans cet état de condensation, l'acide manganeux ne peut plus en effet saturer qu'une partie de la potasse primitivement combinée à l'acide permanganique.

» La masse noire, débarrassée de toute trace de manganate par une calcination suffisamment prolongée, puis soumise à des lavages répétés à l'eau bouillante, présente une composition voisine de celle d'un pentamanganite $5MnO^2, KO$ (52,64 et 52,68 pour 100 Mn; la théorie indique 51,98 Mn). Mais, dans cet état, elle est encore hygrométrique et retient une certaine quantité d'alcali libre qu'on ne peut lui enlever qu'en l'aban-

donnant quelques jours dans de l'eau maintenue à 100°. L'analyse du produit ainsi purifié conduit à adopter la formule $7MnO^2, KO$:

	Trouvé.				
	1.	2.	3.	4.	Calculé
Mn.......	54,75	54,78	54,62	55,04	54,76

» C'est encore un heptamanganite qu'on obtient, en magnifiques lamelles, quand on dissocie le manganate de potasse, vers 800°, dans un bain de chlorure de potassium. Je reviendrai prochainement sur ces expériences, où j'ai constaté que le manganate de potasse pur est d'une stabilité comparable à celle du manganate de baryte. Au rouge blanc, dans une flamme oxydante, il reste indécomposé; le manganite n'apparaît que si l'on opère à l'abri de l'air.

» La résistance du manganate de potasse à l'action de la chaleur paraît en opposition avec la destruction progressive de ce composé, vers 240°, quand il est en contact intime avec le bioxyde de manganèse. Cette contradiction disparaît si l'on considère avec quelle facilité les acides les plus faibles décomposent les manganates. On est ainsi conduit à l'interprétation suivante : l'acide manganeux, provenant de la décomposition initiale du permanganate d'après l'équation de Thenard, réagit sur les molécules voisines de manganate en reformant du permanganate et une nouvelle dose de bioxyde de manganèse :

$$MnO^2 + 3MnO^3, KO = Mn^2O^7, KO + 2MnO^2 + 2KO.$$

Ce bioxyde s'unit à une partie de la potasse libre pour donner naissance à un polymanganite, tandis que le permanganate se métamorphose en manganate et en bioxyde de manganèse, dont l'action mutuelle reproduit du manganite, de la potasse et du permanganate. Le manganite s'accumule ainsi à chaque nouveau cycle, et l'action de l'acide manganeux sur le manganate incessamment régénéré se poursuit jusqu'à la transformation intégrale du système primitif en manganite et en potasse anhydre.

» Cette curieuse réaction explique les échecs si fréquents dans la préparation du manganate de potasse. Sous l'action d'une température trop élevée, le bioxyde de manganèse non attaqué détruit le manganate, d'après le mécanisme que je viens de signaler; la masse, reprise par l'eau, ne laisse plus qu'un résidu noir de manganite.

» Le permanganate de baryte éprouve une décomposition analogue quand on le maintient pendant quinze heures à une température de 320°.

Il y a d'abord séparation de manganate et de bioxyde de manganèse; puis ces deux composés donnent, par leur action réciproque, des lamelles noires, brillantes, présentant la composition d'un dimanganite $2MnO^2, BaO$, quand le permanganate a été calciné en vase clos. Si l'on a opéré sans précautions spéciales pour empêcher l'accès de l'air humide, l'analyse du manganite montre qu'il a absorbé une proportion variable d'eau : un échantillon renfermait 37,69 pour 100 BaO; un second 41,43 BaO et 31,93 Mn, nombres qui, rapportés à la somme des poids de MnO^2 et de BaO trouvés analytiquement, sont entre eux dans le rapport exigé par la formule $2MnO^2$, BaO (46,93 BaO et 33,56 Mn; la théorie indique 46,78 BaO et 33,70 Mn). Cette absorption d'humidité tend à prouver que le produit est un mélange d'un polymanganite avec un excès de baryte non combinée. Pour trancher cette question, le manganite, finement broyé, a été mis en suspension dans de l'eau froide, à laquelle on a ajouté goutte à goutte de l'acide chlorhydrique jusqu'à réaction acide persistante. Après décantation de l'eau mère, la poudre a été lavée à l'eau bouillante, puis desséchée. Ainsi purifiée, sa composition correspond à celle d'un heptamanganite $7MnO^2$, BaO :

	Trouvé.		
	1.	2.	Calculé.
BaO............	19,80	19,56	20,07
Mn.............	»	50,04	50,52

» Les permanganates de strontiane et de chaux se comportent comme le permanganate de baryte; la décomposition du permanganate de chaux en polymanganite et en base libre s'opère, en quelques heures, à 200°.

» Les permanganates métalliques se transforment en manganites, à une température comprise entre 100° et 150°, d'après les expériences inédites de M. G. Lallement. La loi de décomposition que j'ai formulée plus haut se vérifie pour tous les composés de cette série. Il est donc vraisemblable que c'est là une méthode générale qui permettra d'obtenir régulièrement la plupart des manganites métalliques [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide urique par le permanganate de potasse.* Note de MM. **Ch. Blarez** et **G. Denigès**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide urique est très peu soluble dans l'eau froide, mais il se dissout facilement à l'état d'urate dans les solutions alcalines, d'où les acides le précipitent rapidement quand il est à la dose de plus d'un demi-gramme d'urate dans un litre, plus lentement si la proportion d'eau est plus considérable.

» Lorsqu'il est ainsi en état de précipitation imminente, par le fait de la présence d'un acide libre, le caméléon l'oxyde avec une très grande facilité, mais cependant sans qu'on puisse représenter la réaction par une équation bien définie, la proportion de caméléon employée pour obtenir une teinte rose persistante de la solution urique étant fonction du *degré d'acidité* et de la *dilution* du mélange, comme nous allons le montrer dans les Tableaux qui suivent :

a. — Variation selon le degré d'acidité, les proportions d'eau et d'acide urique étant constantes.

Acide urique mis en expérience.	Eau.	Acide sulfurique au $\frac{1}{5}$.	Quantités de caméléon déci-normal employé. 1re série.	2e série.
gr	cc	cc	cc	cc
0,050	200	1	6,3	6,3
»	»	3	6,3	6,3
»	»	5	6,4	6,35
»	»	7	6,4	6,4
»	»	10	6,4	6,4
»	»	20	6,4	6,4
»	»	40	»	6,45
»	»	50	6,5	6,5

» La quantité de caméléon augmente avec la quantité d'acide libre, et par suite le coefficient proportionnel, qui représente la valeur de chaque centimètre cube de permanganate en acide urique, tend à diminuer.

» Lorsque le degré de dilution est tel que 1^{gr} d'acide urique se trouve dans au moins 8000^{gr} de liquide, la quantité de caméléon n'est plus fonction du degré d'acidité.

b. — Variation selon le degré de dilution.

Acide urique mis en expérience.	Eau.	Acide sulfurique au $\frac{1}{5}$.	Degré de dilution.	Quantité de caméléon employée.	Quantité de caméléon rapportée à 0gr,100 d'acide urique.
gr	cc	cc		cc	cc
0,025	200	10	1 p. 8000	3,4	13,6
0,050	200	10	1 p. 4000	7,1	14,2
0,100	200	10	1 p. 2000	15,0	15,0

» Le degré de dilution fait donc varier très notablement la quantité de caméléon employée.

» Ces expériences, répétées un grand nombre de fois, ont toujours conduit à des résultats identiques.

» Si l'on opère avec une dilution plus grande que 1 pour 8000, les résultats deviennent constants. Toutefois, il faut chercher quelle est la quantité de caméléon nécessaire pour produire la teinte rosée finale avec un même volume d'eau acidulée.

Acide urique mis en expérience.	Eau.	Acide sulfurique au $\frac{1}{5}$.	Degré de dilution.	Quantités de caméléon (1re série) utilisées.	(1re série) calculées pour 0gr,100 d'acide urique.	(2e série) utilisées.	(2e série) calculées pour 0gr,100 d'acide urique.
gr	cc	cc		cc	cc	cc	cc
0,100	800	10	1 p. 8000	13,50	13,50	13,50	13,50
0,050	»	»	1 p. 16000	6,70	13,40	6,75	13,50
0,040	»	»	1 p. 20000	5,35	13,40	5,35	13,40
0,030	»	»	1 p. 26666	»	»	4,05	13,50
0,020	»	»	1 p. 40000	2,70	13,50	2,70	13,50
0,010	»	»	1 p. 80000	1,35	13,50	1,35	13,50
0,005	»	»	1 p. 160000	»	»	0,675	13,50

» Dans les limites où ces expériences ont été faites, chaque centimètre cube de caméléon déci-normal détruit 0gr,0074 d'acide urique.

» Ce que nous venons de dire s'applique à des expériences faites à froid. Les nombres obtenus en opérant à chaud, même à la température de l'ébullition, sont identiques, toutes choses égales d'ailleurs.

» Les auteurs qui se sont occupés de ce procédé de dosage ont adopté le coefficient 0,0075 sans préciser le degré de dilution et d'acidité, ou en donnant des indications inexactes.

» En résumé, pour doser rigoureusement l'acide urique par le caméléon, nous conseillons d'opérer dans des conditions telles que :

» 1° La dilution soit au minimum de 1 pour 8000;

» 2° La quantité d'acide urique mis en expérience ne soit pas, autant que possible, supérieure à $0^{gr},100$;

» 3° La quantité d'acide sulfurique libre soit d'environ $3^{gr},50$.

» On pourra alors faire usage du coefficient 0,0074 et, avant d'effectuer les calculs, on devra retrancher la quantité de caméléon nécessaire pour communiquer à un même volume d'eau additionné de $3^{gr},50$ d'acide sulfurique une teinte analogue à celle choisie pour terme de la réaction.

» Nous avons entrepris cette minutieuse vérification dans le but d'étudier non seulement le dosage proprement dit de l'acide urique, mais encore sa solubilité dans l'eau pure, dans l'eau acidulée avec les principaux acides usuels et, enfin, dans un certain nombre de solutions salines.

» Nous indiquerons prochainement les résultats de ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés azotés du térébenthène.* Note de M. C. Tanret, présentée par M. Berthelot.

« On sait qu'un mélange d'acide nitrique étendu d'alcool et d'essence de térébenthine donne lieu, au bout d'un certain temps, à une production de terpine et d'hydrates liquides de térébenthène. Les eaux mères de cette préparation dégagent alors des vapeurs nitreuses quand on les chauffe, et de l'ammoniaque si on les traite par des agents réducteurs : on en a conclu à la présence de corps nitrés dont la nature et les réactions n'ont pas été autrement déterminées. C'est cet examen que j'ai entrepris et qui m'a donné plusieurs *dérivés azotés du térébenthène,* corps nouveaux que je me suis proposé d'étudier.

» Pour retirer de ces eaux mères le composé qui donne des vapeurs nitreuses par la chaleur, je les distille avec de l'eau après les avoir bien lavées et neutralisées. La vapeur d'eau entraîne l'essence non attaquée, mélangée de plus en plus aux hydrates dont le point d'ébullition est plus élevé ; le corps cherché, moins volatil, s'accumule dans les dernières portions. C'est ce qu'indique le pouvoir rotatoire des parties distillées, qui est au début celui de l'essence de térébenthine, puis va en diminuant graduellement jusqu'à tomber à $[\alpha]_D = -11°$, soit moitié de celui que M. Berthelot a observé pour l'hydrate liquide $C^{20}H^{16},4HO$. Séparé de l'eau qu'il sur-

nage, le liquide ainsi obtenu est incolore et neutre au tournesol. Chauffé pendant longtemps avec de la potasse alcoolique, il se décompose avec formation d'azotite de potasse. C'est donc un éther nitreux d'hydrates de térébenthène, plutôt qu'un corps nitré proprement dit, ou plus exactement un composé de l'ordre du nitréthane, mais moins stable. Ce qui me semble confirmer cette composition, c'est que j'ai obtenu un liquide analogue, en faisant absorber du bioxyde d'azote aux hydrates liquides; je ferai observer, en outre, que cet éther ne se forme qu'en minime proportion quand le mélange d'acide et d'essence de térébenthine n'est pas alcoolisé : alors, en effet, la production d'hydrates liquides est peu sensible, tandis que c'est surtout de la terpine qui se dépose. L'alcool, qui favorise la production de ces hydrates liquides, augmente par conséquent celle de cet éther.

» Chauffé peu au-dessus de 100°, cet éther s'acidifie déjà, mais ne commence à dégager des gaz que vers 130°, pour se décomposer très activement vers 155°, en donnant de l'azote, du bioxyde d'azote et de la vapeur d'eau. Ce facile dédoublement par la chaleur ne m'a pas permis, en essayant de le distiller sous pression réduite, d'abaisser son point d'ébullition au-dessous de son point de décomposition et, par conséquent, de l'isoler des hydrates qui l'accompagnent. A son plus grand état de concentration, il dégageait, par la chaleur, neuf fois son volume de gaz.

» Pour traiter le résidu liquide de la réaction, on l'agite avec une solution étendue de soude caustique, puis on traite cette dernière par un excès d'acide sulfurique et l'on agite avec du chloroforme. On distille celui-ci et, par des traitements successifs à l'eau bouillante, on retire de la masse goudronneuse qu'il a laissée des cristaux qu'on n'a plus qu'à purifier par plusieurs cristallisations dans l'alcool. J'ajouterai que le traitement direct des eaux mères, lavées et neutralisées, donne les mêmes produits.

» Ces cristaux appartiennent à deux isomères, dont la composition et les réactions sont les mêmes, mais qui présentent des différences dans leurs propriétés physiques, différences qui se poursuivent jusque dans leurs divers dérivés. A la rigueur, on pourrait les trier à la main; mais il est préférable de les traiter par un solvant convenable, l'éther par exemple, qui les dissout en proportions inégales. Recristallisé dans l'alcool, l'isomère que l'éther n'a pas dissous se présente sous forme de prismes à base rhomboïdale très aplatie, longs, fragiles et opaques, et celui qui y est le plus soluble, en prismes droits à base rectangle, assez volumineux et transparents. Le premier sera α, le second β. Tous ces cristaux sont anhydres.

Leur composition peut être représentée par la formule $C^{20}H^{17}AzO^{4}$ ou un polymère.

	α			β		Calculé
	I.	II.	III.	I.	II.	pour $C^{20}H^{17}AzO^{4}$.
C..........	65,36	65,24	»	65,90	»	65,57
H.........	9,67	9,47	»	9,54	»	9,29
Az.........	»	»	7,96	»	8	7,65

» Ces composés ($C^{20}H^{17}AzO^{4}$) sont volatils, mais à peine au-dessous de 100°. Inodores à froid, ils émettent en se sublimant une odeur qui est faiblement camphrée. L'isomère α fond à 210° et bout à 283°, en se décomposant partiellement, comme l'isomère β qui bout à 274° et commence à fondre vers 100°, mais dont la fusion n'est complète qu'à 114°. Il semble ainsi que cet α soit formé lui-même de deux isomères, dédoublement que j'ai pu retrouver dans ses deux produits de réduction, isomères également, comme on le verra. L'isomère α se dissout dans 20 parties d'eau à 100° et 68 parties à 13°; 6 parties d'alcool à 90° et 30 parties d'éther. Comme l'autre isomère, il est extrêmement soluble dans le chloroforme. Il est dextrogyre : $[\alpha]_D = +69°$. La chaleur rend ses cristaux très électriques. L'isomère β se distingue par une solubilité plus grande : 2,5 parties d'alcool, 17 parties d'eau à 100° et 42 parties à 13°, 7 parties d'éther. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +18°,4$.

» Ces composés ($C^{20}H^{17}AzO^{4}$), bien purifiés, sont neutres au tournesol, mais leur fonction est nettement acide. L'acide sulfurique monohydraté ne les attaque pas à froid, pas plus que la potasse en solution concentrée à chaud ; mais, fondus avec les alcalis caustiques, ils laissent un résidu de carbonate et de cyanure alcalins. La chaux sodée n'en dégage que 76 pour 100 d'azote à l'état d'ammoniaque.

Leur réaction caractéristique est la belle coloration violette qu'une trace de ces corps donne avec les sels de peroxyde de fer. J'ai pu isoler les sels ainsi formés en versant dans leur solution un excès de $Fe^{2}Cl^{3}$, saturant de NaCl, puis agitant avec du chloroforme qui par évaporation les abandonne sous forme d'une masse amorphe. Ces sels ainsi obtenus se dissolvent dans l'eau en la colorant en rouge brunâtre, qu'une trace d'acide minéral fait virer au violet. Ils ont pour composition

$$(C^{40}H^{34}Az^{2}O^{8})^{3}(Fe^{2}O^{3})^{2}.$$

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100.
Fer..................	8,54	8,6

» Le sel de chaux du corps α a pu être obtenu en versant, dans sa solution saturée, un excès de saccharate de chaux. Au bout de plusieurs jours, il se forme de fins cristaux, peu solubles dans l'eau, qui ont pour formule

$$(C^{20}H^{16}AzCaO^{4})^{2}, 3H^{2}O^{2}.$$

	Calculé pour 100.	Dosé pour 100.
Eau	11,79	12,5

» Pour le sel desséché à 100° :

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100.
Ca	9,9	9,96

» Dans une prochaine Communication, je donnerai l'étude des dérivés oxygénés et hydrogénés de ces composés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets de la transfusion de sang dans la tête des décapités.* Deuxième Note de M. **J.-V. Laborde**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans l'intérêt de la vérité scientifique, je crois devoir faire à la Note récente de MM. Hayem et Barrier (*Comptes rendus*, 28 février 1887, p. 589 de ce Volume) la simple rectification suivante :

» 1° C'est, en réalité, entre la sixième et la septième minute après la décapitation que nous avons reçu la tête du supplicié Gagny (de Troyes), ainsi qu'en peuvent témoigner tous les témoins de l'expérience; et, si j'ai écrit dans le récit de celle-ci « vers la septième minute », c'était pour prendre la limite extrême.

» Or, il y a loin de sept minutes à *une heure*, seule période attribuée par MM. Hayem et Barrier à nos essais de transfusion.

» 2° Bien que, dans ce dernier cas, la double transfusion n'ait pu, à cause de certaines difficultés inévitables, bien fonctionner que vers la vingtième minute, elle n'en a pas moins été *parfaitement efficace* dans ses résultats, attendu que les phénomènes d'excitabilité cérébrale ont persisté jusqu'à la *cinquantième minute*, c'est-à-dire le *double* de leur survie en dehors de la transfusion.

» Ce résultat, *expressément noté* dans notre travail, en constitue la conclusion essentielle en ces termes :

« Ces nouvelles recherches ne montrent pas seulement la réalité de la » persistance *post-mortale* de l'excitabilité cérébrale, mais encore la possibi- » lité de doubler au moins par la transfusion, surtout par la transfusion » directe, la durée de cette persistance ([1]). »

» Il est donc absolument inexact de répéter que la transfusion n'a eu en ce cas, et ne pouvait avoir d'autre résultat que de remplir les vaisseaux. »

HISTOLOGIE. — *Sur la structure des fibres musculaires de quelques Annélides polychètes.* Note de M. **Jourdan** ([2]), présentée par M. Ranvier.

« Les études que je poursuis sur l'histologie des Annélides m'ont permis d'arriver, au sujet des fibres musculaires, à quelques résultats dont je crois devoir exposer les conclusions. La plupart des faits signalés dans les lignes suivantes se trouvent déjà consignés dans des Mémoires qui paraîtront bientôt; mais un certain nombre de mes observations se rapportent à des espèces chez lesquelles le système musculaire a seul attiré mon attention et dont je ne pense pas poursuivre plus loin l'étude anatomique. La présence d'une striation transversale chez un genre où elle n'a pas encore été signalée, à ma connaissance du moins, m'engage surtout à publier cette Note.

» Les muscles des téguments ont seuls fait l'objet de mes recherches, et les espèces qui ont servi à mes travaux sont les suivantes : *Hermione hystrix* Kgb., *Polynoe Grubiana* Clap., *Eunice torquata* Gr., *Syllis spongicola* Gr., *Phyllodoce Paneti* Bl., *Siphonostoma diplochætos* Otto, *Terebella Meckelii* Delle Chiaje, *Sabellaria alveolata* Lam., *Protula intestinum* Lam.

» La forme des fibres musculaires varie dans des limites assez grandes. On peut cependant les rapporter à deux types : les unes sont à peu près cylindriques, les autres sont nettement lamelleuses. Mais, entre ces deux formes extrêmes, il existe une série intermédiaire d'éléments plus ou moins rubanés les reliant entre elles. Ces fibres musculaires sont tantôt fusiformes et courtes; elles sont alors visibles dans toute leur étendue dans le champ du microscope. D'autres fois elles prennent des dimensions longitudinales beaucoup plus grandes; leurs extrémités sont rompues, et il est fort difficile d'apprécier exactement leur longueur.

([1]) *Revue scientifique*, n° 28, p. 675; 1885.

([2]) Laboratoire de Zoologie marine annexé à la Faculté des Sciences de Marseille.

» On peut distinguer, comme parties constitutives de ces fibres, une substance contractile remarquable à sa coloration intense et à son aspect homogène, et un noyau accompagné d'un corps protoplasmique plus ou moins abondant. L'existence d'une membrane d'enveloppe semble douteuse : je pense même que dans la plupart des cas elle n'existe pas; c'est tout au plus si au niveau du noyau on aperçoit une mince pellicule hyaline qui semble maintenir le nucléus en contact avec l'élément auquel il appartient, mais cette membrane rudimentaire ne tarde pas à se perdre au contact de la substance musculaire et à disparaître complètement.

» Lorsque ces fibres sont lamelleuses, elles montrent toujours un bord plus épais que l'autre, de telle sorte que leur forme est semblable à celle de la lame d'un sabre dont le bord épais serait droit, tandis que le bord mince serait déchiqueté et garni de prolongements irréguliers.

» La substance contractile de ces fibres est parfaitement homogène, et un examen attentif de pièces bien fixées montre qu'il est impossible d'y découvrir, dans la plupart des cas, des stries transversales ou longitudinales. On remarque, dans quelques-unes d'entre elles, un aspect spécial qui pourrait faire croire à l'existence d'une grossière striation transversale. Les réactifs colorants, et en particulier l'hématoxyline, font voir en effet des segments alternativement clairs et sombres qui donnent à la fibre une apparence plutôt zébrée que striée; il est facile de remarquer que ces fausses striations correspondent à de véritables épaississements de la substance musculaire et doivent être considérées comme des ondes de contraction n'ayant rien de commun avec les stries transversales des muscles des Arthropodes et des Vertébrés. J'ai trouvé cependant, chez une espèce d'Annélide tubicole (*Protula intestinum* Lam.), remarquable par les dimensions et la forme lamelleuse des fibres longitudinales de la région postérieure de son corps, une véritable striation, bien différente de l'aspect que je viens de signaler et qui, par sa finesse et sa régularité, est comparable aux stries des muscles des Mammifères. Le sens général de cette striation est transversal, mais il est curieux de voir qu'elle est surtout manifeste dans les régions sombres de la fibre. La direction générale de ces stries varie suivant le point que l'on examine : c'est ainsi que de transversales elles peuvent devenir plus ou moins obliques. Elles paraissent groupées par champ qui sont indépendants les uns des autres et dans lesquels le sens de la striation varie dans des limites assez grandes. Ces stries sont très fines; je donnerai une idée de leurs dimensions en disant que les objectifs à immersion sont nécessaires pour les distinguer. Je ne crois pas que l'existence

de cette striation chez la *Protula intestinum* soit un cas unique; il est au contraire bien possible que des exemples semblables se rencontrent dans des formes voisines; mais sa présence était, je crois, intéressante à constater, parce qu'elle est encore ici en relation avec la rapidité de la contraction. Les Annélides tubicoles du type des Protules sont en effet remarquables par la vitesse avec laquelle elles contractent leur abdomen et s'enferment dans leurs tubes ; la présence d'une striation transversale dans les muscles de ces animaux confirme donc l'opinion des savants qui pensent qu'une contraction brusque correspond toujours à l'existence d'une striation transversale.

» Le noyau est ovale, situé en dehors de la masse de substance contractile. Le protoplasma au milieu duquel il se trouve placé est quelquefois très abondant et accompagne la fibre musculaire sur une grande partie de sa longueur; mais le plus souvent il se réduit à de petites masses granuleuses qui entourent le noyau ou qui forment sur le bord de la fibre des crêtes irrégulières. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure réticulée du protoplasma des Infusoires* [1]. Note de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans ces dernières années, l'étude de la structure des êtres unicellulaires est entrée dans une voie nouvelle et féconde par la découverte d'un réseau protoplasmique composant le corps entier de l'être, réseau dont les mailles se resserrent à mesure qu'elles se rapprochent de la périphérie pour donner naissance à une couche ectoplasmique plus ou moins structurée.

» Les travaux des cytologistes avaient, depuis plusieurs années déjà, fait connaître l'existence de ce réseau dans la plupart des cellules animales et végétales, mais c'est à Bütschli que revient l'honneur de l'avoir le premier indiqué et figuré, non seulement chez les Infusoires (Opalines), mais encore chez un grand nombre de Rhizopodes marins. En 1886, Schuberg l'a étudié d'une façon très complète dans sa monographie de la *Bursaria truncatella*. Il faut bien se garder de confondre cette réticulation constitutive du protoplasma avec la réticulation grossière que présentent certains Infusoires, tels que la Noctiluque, le *Trachelius ovum*, le *Loxodes ros-*

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. A. Milne-Edwards.

trum, etc. Celle-ci est due, non à une structure protoplasmique particulière, mais bien à des inclusions aqueuses très rapprochées les unes des autres, et diffère de la réticulation protoplasmique proprement dite en ce que les espaces inter-trabéculaires contiennent de l'eau et non du suc protoplasmique. Or c'est l'association du réseau solide et de ce suc protoplasmique qui constitue la substance du corps de l'Infusoire et lui donne ses propriétés vitales.

» La réticulation fine est beaucoup plus difficile à discerner; pourtant je suis arrivé à la mettre en évidence chez un grand nombre de formes : *Paramœcium aurelia, Vorticella campanulata, Stylonichia mytilus*, en me basant sur la propriété que possède le suc cellulaire de se dissoudre dans la potasse même après une fixation et une coagulation légère. Je fixe donc les Infusoires par une solution faible d'iode, je lave à la potasse à 10 pour 100, puis à l'eau distillée qui, en étendant la solution de potasse, en active l'action, et enfin je neutralise par une goutte d'acide acétique très dilué. Dans ces conditions, et surtout après coloration à l'éosine, les trabécules protoplasmiques apparaissent avec la plus grande netteté. Très lâches au centre du corps, ils se resserrent de plus en plus pour constituer l'ectosarc, qui présente, chez la Paramœcie, la vacuolisation régulière signalée par Bütschli chez les Opalines. Chez la *Vorticella campanulata*, les vacuoles de l'ectosarc ont leur grand axe perpendiculaire à l'axe du corps, sont ovalaires et irrégulièrement disposées. Enfin le réticulum des Oxytrichidés est très serré et à trabécules courts et nombreux. La viscosité du protoplasma est donc en rapport avec la condensation du réticulum. Les bols alimentaires m'ont toujours paru contenus entre les mailles du réseau, tandis que les granulations semblent faire partie de la masse structurée.

» Le suc protoplasmique étudié à l'état d'isolement parfait par Dujardin lui-même, qui en avait observé la transsudation à travers la cuticule des Paramœcies et des Vorticelles, présente une grande fluidité; car j'y ai vu des monades, emprisonnées par hasard dans les vésicules exprimées du corps d'une Paramœcie, s'y mouvoir avec la plus grande facilité. Dujardin a fort bien établi ses propriétés physiques et chimiques : aussi me bornerai-je à dire ici que l'on y trouve en dissolution tous les ferments actifs de la digestion, me réservant dans une étude ultérieure de donner plus complètement le résultat de mes recherches sur ce liquide.

» Les rapports entre le réticulum et la substance liquide imbibante nous expliquent bien des faits restés inexpliqués jusqu'ici, tels que la circulation des bols alimentaires et la localisation des vésicules contractiles, deux phé-

nomènes tellement incompatibles lorsque l'on admettait l'existence d'un sarcode homogène et circulant, que la logique des observateurs les plus distingués, Claparède et Lachmann, M. Balbiani et d'autres encore, répugnant à admettre des organes fixes dans une masse circulante, a toujours eu une tendance à considérer ces organes comme munis de parois propres.

» Le réticulum représente donc la partie fixe du protoplasma, et c'est par une différenciation en un point déterminé de sa substance que se constitue la vésicule contractile. Le trajet des aliments en ligne droite chez le *Didinium nasutum*, fort bien observé par M. Balbiani, est également dû à une différenciation physiologique de ce réticulum, dont l'immobilité est la seule explication logique de la localisation des organes qui y sont contenus.

» Le liquide protoplasmique reçoit les vacuoles alimentaires et, par des échanges osmotiques avec leur contenu, en dissout les produits assimilables. C'est lui qui circule avec les vacuoles entre les mailles du réticulum, et c'est enfin lui qui transmet à celui-ci les corps dissous. L'assimilation proprement dite, la combustion, se fait dans le réticulum, et c'est dans sa substance même que se déposent les corps de désassimilation qui seront plus tard redissous et rejetés au dehors.

» J'ajouterai enfin qu'il importe de distinguer les Infusoires à réticulum périphérique structuré de ceux qui possèdent, en outre, une membrane cuticulaire nettement isolable par les réactifs. Cette membrane correspond morphologiquement à une cuticule, et l'on doit bien se garder de confondre, comme on l'a fait jusqu'ici, sous le terme générique de *tégument*, les différenciations ectoplasmiques et les membranes de formation secondaire. Celles-ci manquent chez un grand nombre de formes, et les Oxytrichides, par exemple, qui ont un ectoplasme si nettement différencié qu'on l'a comparé à une cuirasse, doivent pourtant être considérés comme des Infusoires nus. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'anatomie d'un embryon humain de trente-deux jours.* Note de M. C. Phisalix, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les principaux faits nouveaux concernant l'organisation de l'embryon que j'ai étudié sont les suivants :

» I. Je suis en mesure de confirmer, d'une façon absolue, le fait que M. le professeur H. Fol a démontré : le nombre des vertèbres de mon embryon est de trente-huit. Cependant il y a déjà diminution du nombre des ganglions rachidiens.

» On peut compter trente-trois ganglions bien distincts, donnant naissance à un nerf sensitif bientôt réuni à une racine motrice, puis vient une série de trois ganglions plus petits, sans racine motrice correspondante.

» Au delà de ces trois ganglions encore reconnaissables, la racine sensitive est réduite à une crête cellulaire dans laquelle il est impossible de distinguer une segmentation.

» II. Relativement à la disposition des valvules et cloisons auriculaires du cœur, et à la formation du *trou de Botal,* les faits que j'ai observés sont en contradiction avec la théorie généralement admise, d'après les travaux de His.

» La veine cave inférieure, en s'ouvrant dans l'oreillette, offre, comme on le sait, deux valvules saillantes : l'une, gauche, *valvule du trou ovale;* l'autre, droite, *valvule d'Eustache.* D'après les descriptions classiques, « la » valvule gauche, en forme de croissant, se dirigerait à la rencontre d'une » valvule similaire née de la paroi antérieure de l'oreillette, et de leur » réunion résulterait un diaphragme percé d'un trou : *trou ovale* ou *trou* » *de Botal* ».

» Ce n'est pas ainsi que les choses se passent. A gauche de la valvule du *trou ovale,* existe une cloison complète en arrière, laissant encore subsister en avant une étroite communication entre les deux oreillettes. Cette cloison est percée, à peu près dans sa partie médiane, d'un orifice ovalaire : c'est la future *cloison interauriculaire* dans laquelle cet orifice ou *trou de Botal* est taillé comme à l'emporte-pièce. Entre elle et la valvule du trou ovale, existe un espace triangulaire, diverticulum de l'oreillette droite, qui a été désigné par His sous le nom d'*area interposita.* C'est dans cet espace, qui, d'après l'auteur allemand, serait une dépendance de l'oreillette gauche, que s'ouvriraient les veines pulmonaires.

» Or, cet espace n'a aucune relation avec l'oreillette gauche, puisqu'il en est séparé par la cloison des oreillettes, complète à ce niveau. D'autre part, le tronc des veines pulmonaires s'ouvre directement dans l'oreillette gauche, à sa partie inférieure et tout près de la cloison. L'hypothèse d'un changement de position ultérieur de l'ouverture de ces veines devient dès lors inutile.

» La cloison des oreillettes se forme donc d'une seule pièce et non par la soudure de valvules indépendantes et opposées. Si la valvule du trou ovale joue un rôle dans l'occlusion du trou de Botal, à coup sûr elle ne prend pas part à sa formation.

» III. Jusqu'ici, tous les auteurs ont répété, d'après les recherches de

His, que le pancréas, chez l'homme, provient d'un diverticulum unique du tube digestif. Dans ce cas, la présence d'un conduit excréteur accessoire ne pouvait s'expliquer que par la division du conduit primitif. Si réellement il en était ainsi, on devrait toujours trouver une glande unique avec deux conduits excréteurs. Ce n'est pas ce qui se passe chez mon embryon. Deux ébauches séparées forment les rudiments de cet organe : l'une correspond au conduit accessoire de l'adulte, l'autre au *canal de Wirsung*. La première naît de la paroi latérale gauche du duodénum, un peu au-dessus du canal cholédoque, par un infundibulum dont le sommet se continue par une lumière très étroite dans le canal de la glande. Sur les parois de ce dernier, des bourgeons latéraux sont disposés sur deux ou trois rangées comme les lobules d'une glande en grappe rudimentaire. A son extrémité supérieure, ce canal se termine par un cæcum cylindrique à lumière beaucoup plus large et sans aucune division ou lobes latéraux.

» La deuxième portion du pancréas est en relation intime avec le canal cholédoque. Celui-ci sort de la paroi dorsale de l'intestin par un canal régulier à épithélium cylindrique. Après un court trajet en arrière et à droite, il se bifurque en deux : la branche droite se recourbe en avant et s'accole à la face inférieure du foie, auquel elle fournit le réseau des cylindres hépatiques; la branche gauche continue son trajet en arrière et en haut et donne des bourgeons latéraux de la même manière que le rudiment pancréatique supérieur.

» Entre les deux conduits excréteurs, l'intestin est comme étranglé et sa lumière est réduite à une fente étroite. Il y a donc, au début, deux pancréas distincts : l'un supérieur, plus volumineux, dont le canal excréteur deviendra le conduit accessoire du pancréas de l'adulte : c'est celui qui se développe en premier lieu, comme l'a montré M. Fol, dans l'embryon de 5^{mm},6; l'autre inférieur, qui correspond au canal de Wirsung de l'adulte. Ces deux glandes embryonnaires sont plongées dans la masse de mésoblaste qui enveloppe le duodénum et sont complètement séparées par la veine porte qui passe entre les deux pour se jeter dans le sinus inférieur du foie.

» IV. Comment se constitue le *lobule hépatique* de l'adulte? Comme on le sait, les cylindres hépatiques primitifs sont des bourgeons pleins qui se ramifient et s'anastomosent entre eux pour former un réseau à mailles polygonales.

» Non seulement ces bourgeons sont pleins, mais les cellules qui les constituent n'offrent pas de limites distinctes, et les noyaux sont plongés

dans une masse protoplasmique commune. Ces noyaux sont vésiculeux; beaucoup possèdent deux nucléoles très réfringents; quelques-uns sont étranglés et en voie de division.

» En certains points nodaux du réticulum hépatique, il existe des renflements où les cellules, très nombreuses et très condensées, sont nettement différenciées; en même temps que leurs limites deviennent distinctes, elles ont une tendance à se dissocier et des espaces intercellulaires apparaissent. Leurs granulations protoplasmiques, devenues plus grosses et plus foncées, masquent souvent le noyau arrondi, très réfringent. Ces amas de cellules hépatiques différenciées n'existent guère que dans le lobe gauche du foie; la plupart sont encore isolés. Cependant, vers la partie postérieure du lobule, ils se réunissent en une masse centrale de $0^{mm},6$ de long sur $0^{mm},5$ de large et $0^{mm},5$ d'épaisseur. Ce *lobule primitif* est uniquement formé des cellules granuleuses ci-dessus décrites, souvent polyédriques par pression réciproque. Entre elles, on trouve çà et là de rares globules sanguins. Il est entouré à sa périphérie par le réseau des cylindres hépatiques primitifs dont les cellules sont en continuité, par une transition insensible, avec celles du lobule primitif [1]. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'origine des mouvements cycloniques.* Extrait d'une Lettre de M. **Rey de Morande** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Moulins, 10 mars 1887.

» La discussion sur l'origine des tempêtes, qui se poursuit à l'Académie, me paraît avoir à tenir compte des travaux de MM. Legoarant de Tromelin et Schwedoff, qui, à mon avis, ont beaucoup éclairci cette question.

» Il devient probable que les mouvements cycloniques se forment habituellement vers l'équateur thermique, et dans cette région moyenne de l'atmosphère qui sert de limite commune aux vents alizés et contre-alizés. Ils résultent du déplacement des alizés, par un mouvement désigné par M. de Tromelin sous le nom de *cisaillement.*

» Toutes les fois que l'alizé austral empiète ainsi sur l'alizé boréal, il projette dans le contre-alizé boréal une masse d'air souvent considérable et toujours plus chaude que le milieu ambiant, puisque les alizés sont

(1) Le Mémoire accompagné de Planches paraîtra dans les *Archives de Zoologie expérimentale.*

des vents inférieurs. Dès que cette projection a eu lieu, l'air ambiant afflue de toutes parts, pour rétablir l'équilibre de la température; mais, comme la rotation de la Terre a pour effet de dévier vers l'ouest les vents qui arrivent du nord, et vers l'est les vents qui arrivent du sud, il en résulte un mouvement tourbillonnaire, ainsi que l'absence de tout vent au *centre* ou *œil* de la tempête.

» Les mouvements cycloniques qui viennent si souvent modifier le climat de nos contrées se formeraient ainsi, tout d'une pièce, vers l'équateur thermique et dans les régions moyennes de l'atmosphère. Ils n'auraient pas d'autre mouvement de translation que celui du contre-alizé boréal dans lequel ils se forment. »

M. **Déclat** adresse une Note sur l'histoire de l'acide phénique, comme médicament.

M. **J. Avias** adresse une Note sur un avertisseur électrique, destiné à faire parvenir à un train en marche un avis d'arrêt.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mars 1887.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; Tome IV. Lyon, Henri Georg, 1887; vol. in-fol. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Définition et emploi des coordonnées azimutales; par M. Hatt. Paris, Imprimerie nationale, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Communication tubulaire sous-marine à travers le détroit du Pas-de-Calais; par Alph. Beau de Rochas. Paris, Dunod, 1881; br. in-4°.

L'année scientifique et industrielle; par Louis Figuier. Paris, Hachette et Cie, 1887; vol. in-12. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Prodrome de la malacologie terrestre et fluviatile de la Tunisie; par A. Letourneux et J.-R. Bourguignat. Paris, Imprimerie nationale, 1887; vol. in-8°.

Travaux du laboratoire de Léon Frédéricq; T. I. 1885-1886. Gand, I. Vanderpoorten, 1886; vol. in-8°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

Le cadran d'Achaz et les miracles; par Jules Gaudard. Lausanne, Georges Bridel; br. in-8°.

Compte rendu des travaux des conseils d'hygiène du département de Seine-et-Marne, pendant l'année 1885; *par* le Dr Bancel et le Dr Masbrenier. Melun, H. Michelin; br. in-8°.

Annales télégraphiques; 3e série, Tome XIII, nov. à déc. 1886. Paris, Vve Dunod, 1886; br. in-8°.

Annuario publicado pelo imperial observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1887. Rio de Janeiro, Lombaerts et Cie, 1886; vol. pet. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1886, *col riassunto composto sulle medesime; da* E. Pini. Milano, Bernardone; br. in-4°.

Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande; Tomes I et II. Helsingfors, 1882-1883; 2 br. in-fol.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par J. Bosscha; T. XXI, 2e et 3e livraison. Harlem, les héritiers Loosjes, 1887; br. in-8°.

United States Commission of fish and fisheries; Part XII. *Report of the commissioner for* 1884. Washington, Government printing Office, 1886; vol. in-8°.

Report of the meteorological Council to the royal Society. London, 1887; br. in-8°.

Papers read before the medico-legal Society of New-York, from its organisation; third series, 1875 to 1878. Printed by a Committee of the medico-legal Society, 1886; vol. in-8°.

Le cartilage primordial et son ossification dans le tronc et les extrémités, chez l'homme, avant la naissance; par Adolphe Hannover. Copenhague, 1887; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 février 1887.)

Page 608, ligne 22, *au lieu de* orientale, *lisez* occidentale.
Page 609, ligne 29, *au lieu de* teinté, *lisez* tinté.